Ministério da Educação
Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

FNDE

Diretrizes Técnicas para Apresentação de Projetos e Construção de Estabelecimentos de Ensino Público

VOLUME I

Caderno de Requisitos e Critérios de Desempenho para Estabelecimentos de Ensino Público

dezembro/2012

IFBQ
FALCÃO BAUER

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

Ministério da Educação
Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

FNDE

REQUISITOS E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO PARA ESTABELECIMENTOS DE ENSINO PÚBLICO

Dezembro/2012

FICHA TÉCNICA

INSTITUTO FALCÃO BAUER

EQUIPE DE TRABALHO

Marcelo Luis Mitidieri
Luis Alberto Borin
Daniele Balestreri Scarabelot
Bruna Acayaba Nascimento
Maria Cristina Lima
Alberto Fuks
Clodoaldo Gonsalves

Direitos Reservados

Reprodução total ou parcial com autorização da **Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE**, com citação expressa da Fonte.

Sumário

INTRODUÇÃO 9

REFERENCIAS NORMATIVAS 10

SEGURANÇA 15

1 DESEMPENHO ESTRUTURAL 19

1.1 Termos e definições 19

2 SEGURANÇA CONTRA INCENDIO 61

2.1 Requisito – Dificultar o princípio de incêndio 62
2.2 Requisito – Facilitar a fuga em situação de incêndio 62
2.3 Requisito – Dificultar a inflamação generalizada - Piso 63
2.4 Requisito – Dificultar a propagação do incêndio, da fumaça e preservar a estabilidade estrutural da edificação 66
2.5 Requisito – Dificultar a inflamação generalizada – Sistemas de vedação vertical interna e externa 67
2.6 Requisito - Dificultar a propagação do incêndio – Sistema de vedação vertical interna e externa 68
2.7 Requisito – Dificultar o risco de inflamação generalizada – Sistema de cobertura 68
2.8 Requisito – Resistência ao fogo das estruturas do sistema de cobertura 70
2.9 Requisito – Visibilidade em situação de incêndio 71
2.10 Requisito – Sistema de extinção e sinalização de incêndio 71

3 SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO 75

3.1 Requisito – Segurança na utilização da edificação 75
3.2 Requisito – Segurança das instalações 76
3.3 Requisito – Coeficiente de atrito da camada de acabamento - Piso 76
3.4 Requisito – Segurança na circulação - Piso 77
3.5 Requisito – Segurança no contato direto - Piso 77
3.6 Requisito – Risco de choques elétricos e queimaduras em sistemas de equipamentos de aquecimento e em eletrodomésticos ou eletroeletrônicos 77
3.7 Requisito – Risco de explosão, queimaduras ou intoxicação por gás 78
3.8 Requisito – Permitir utilização segura aos usuários 79

HABITABILIDADE 81

4 ESTANQUEIDADE A AGUA 85

4.1 Termos e definições 85

4.2 Requisito – Estanqueidade a fontes de umidade internas à edificação 85

4.3 Requisito – Estanqueidade a fontes de umidade externas à edificação 86

5 DESEMPENHO TERMICO 109

5.1 Critérios para os Procedimentos de Simulação ou de Medição 109

6 DESEMPENHO ACUSTICO 119

6.1 Métodos disponíveis para a verificação 119

7 DESEMPENHO LUMINICO 125

7.1 Requisito – Iluminação natural 125

7.2 Requisito – Iluminação artificial 127

8 SAUDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR 135

8.1 Requisitos – Atmosfera e áreas internas dos ambientes 135

8.2 Requisito – Contaminação da água a partir dos componentes das instalações 135

8.3 Requisito – Contaminação biológica da água na instalação de água potável 135

8.4 Requisito – Contaminação da água potável do sistema predial 136

8.5 Requisito – Contaminação por refluxo de água 136

8.6 Requisito – Ausência de odores provenientes da instalação de esgoto 136

8.7 Requisito – Contaminação do ar ambiente pelos equipamentos 136

8.8 Requisito – Ventilação natural 137

9 FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE 143

9.1 Requisito – pé-direito 143

9.2 Requisito – Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da edificação 143

9.3 Requisito – Adequação para pessoas com deficiências físicas ou pessoas com mobilidade reduzida 143

9.4 Requisito – Possibilidade de ampliação da edificação 143

9.5 Requisito – Sistema de pisos para pessoas portadoras de deficiência física ou pessoas com mobilidade reduzida 144
9.6 Requisito – Manutenção dos equipamentos e dispositivos ou componentes constituintes e integrantes do sistema de cobertura 144
9.7 Requisito – Temperatura de utilização da água 145
9.8 Requisito – Funcionamento das instalações de água 145
9.9 Requisito – Funcionamento das instalações de esgoto 146
9.10 Requisito – Funcionamento das instalações de águas pluviais 146
10 CONFORTO TATIL E ANTROPODINAMICO 149
10.1 Requisito - Conforto tátil e adaptação ergonômica 149
10.2 Requisito - Adequação antropodinâmica de dispositivos de manobra 149
SUSTENTABILIDADE 151
11 DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE 155
12 ADEQUAÇÃO AMBIENTAL 191

VERSO EM BRANCO

INTRODUÇÃO / REFERÊNCIAS NORMATIVAS

VERSO EM BRANCO

INTRODUÇÃO

Este caderno estabelece requisitos de desempenho para buscar o atendimento às exigências dos usuários e tem como objeto sistemas que compõem edifícios voltados para estabelecimentos de ensino público, independentemente do sistema construtivo utilizado e de seus materiais constituintes.

Tem como premissa as exigências dos usuários para a ocupação do tipo escolar e seus sistemas quando em uso.

O desempenho é estabelecido por meio da definição de requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos e/ou premissas) e métodos de avaliação que permitem mensurar o seu cumprimento.

Os requisitos e critérios presentes neste caderno visam incentivar e balizar o desenvolvimento tecnológico, bem como providenciar orientação para a avaliação técnica das tecnologias inovadoras apresentadas.

Este caderno, constituído por requisitos e critérios de desempenho, é complementar a normas prescritivas em vigor. A utilização dos requisitos e critérios aqui estabelecidos, conjuntamente com as normas prescritivas, visa o atendimento às exigências do usuário com soluções tecnicamente adequadas. A abordagem deste caderno explora conceitualmente exigências de desempenho no âmbito da segurança, habitabilidade e da sustentabilidade a saber:

a) Segurança
   - ✓ Desempenho estrutural;
   - ✓ Segurança contra incêndio;
   - ✓ Segurança no uso e operação.

b) Habitabilidade
   - ✓ Estanqueidade à água;
   - ✓ Desempenho térmico;
   - ✓ Desempenho acústico;
   - ✓ Desempenho lumínico;
   - ✓ Saúde, higiene e qualidade do ar;
   - ✓ Funcionalidade e acessibilidade;
   - ✓ Conforto tátil e antropodinâmico.

c) Sustentabilidade
   - ✓ Durabilidade e manutenibilidade;
   - ✓ Impacto ambiental.

Todos os requisitos e critérios de desempenho estabelecidos neste caderno aplicam-se a edificações escolares definidos dentro dos programas Proinfância e Pronacampo, os quais são projetados, construídos, operados e submetidos a intervenções de manutenção de acordo com o manual de operação, uso e manutenção específico para cada sistema construtivo.

Os sistemas construtivos contemplados neste caderno são: sistema estrutural, sistema de piso, sistemas de vedação vertical interna e externa e sistema de cobertura.

As disciplinas concernentes à infra-estrutura (geotecnia, topografia e fundação) não são objeto deste caderno.

As edificações destinadas ao programa Proinfância trata de projeto executivo padrão com capacidade de atendimento de até 112 crianças por turno. Abrange a faixa etária de 0 a 5 anos e 11 meses. É do tipo térrea e voltada exclusivamente para a educação infantil. Constitui-se de blocos distintos interligados, quais sejam: bloco administrativo, bloco de serviços, bloco pedagógico, bloco multiuso e pátio coberto.

O programa Pronacampo prevê a construção de escolas voltadas ao ensino infantil, fundamental e médio, e compreende módulos térreos que podem conformar até quatro tipologias de projeto, segundo a necessidade de atendimento local. Os módulos são identificados conforme seu respectivo tipo de ocupação: módulo administrativo, módulo de serviços, módulo quadra coberta, módulo terra, módulo pedagógico, módulo laboratório, módulo alojamento de professores e módulo alojamento de alunos.

REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Para a aplicação dos requisitos e critérios contemplados neste caderno, faz-se necessária a utilização dos documentos abaixo relacionados. Estes são representados por normas nacionais e internacionais, decretos, regulamentos e publicações. Deve-se utilizar, quando pertinente, edições atualizadas.

NORMAS NACIONAIS

ABNT NBR 5410, *Instalações elétricas de baixa tensão;*

ABNT NBR 5419, *Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;*

ABNT NBR 5629, *Execução de tirantes ancorados no terreno;*

ABNT NBR 5649, *Reservatório de fibrocimento para água potável – Requisitos;*

ABNT NBR 5671, *Participação dos intervenientes em serviços obras de engenharia e arquitetura;*

ABNT NBR 5674, *Manutenção de edificações – Procedimentos;*

ABNT NBR 6118, *Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos;*

ABNT NBR 6122, *Projeto e execução de fundações;*

ABNT NBR 6136, *Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos;*

ABNT NBR 6479, *Portas e vedadores – Determinação da resistência ao fogo;*

ABNT NBR 6488, *Componentes de construção – Determinação da condutância e da transmitância térmica - Método da caixa quente protegida;*

ABNT NBR 6565, *Elastômero vulcanizado – Determinação do envelhecimento acelerado em estufa*

ABNT NBR 7190, *Projeto de estruturas de madeira;*

ABNT NBR 7398, *Produto de aço ou ferro fundido galvanizado revestido de zinco por imersão a quente – Verificação da aderência do revestimento – Método de ensaio;*

ABNT NBR 7400, *Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente – Verificação da uniformidade do revestimento – Método de ensaio;*

ABNT NBR 8044, *Projeto geotécnico;*

ABNT NBR 8094,*Material metálico revestido e não-revestido – Corrosão por exposição à névoa salina;*

ABNT NBR 8096*, Material metálico revestido e não-revestido – Corrosão por exposição ao dióxido de enxofre;*

ABNT NBR 8491,*Tijolo maciço de solo-cimento;*

ABNT NBR 8681, *Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos;*

ABNT NBR 8800, *Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios (método dos estados limites);*

ABNT NBR 9050, *Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos;*

ABNT NBR 9062, *Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado;*

ABNT NBR 9077, *Saídas de emergência em edifícios;*

ABNT NBR 9457, *Ladrilho hidráulico;*

ABNT NBR 10151, *Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimentos;*

ABNT NBR 10152, *Níveis de ruído para conforto acústico - Procedimento;*

ABNT NBR 10834, *Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural;*

ABNT NBR 10898, *Sistema de iluminação de emergência;*

ABNT NBR 11173, *Projeto e execução de argamassa armada;*

ABNT NBR 11682, *Estabilidade de taludes;*

ABNT NBR 12693,*Sistemas de proteção por extintores de incêndio;*

ABNT NBR 13281, *Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos;*

ABNT NBR 13434-1, *Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Parte 1: Princípios de projeto;*

ABNT NBR 13434-2, *Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Parte 2: Símbolos e suas formas, dimensões e cores;*

ABNT NBR 13438, *Blocos de concreto celular autoclavado;*

ABNT NBR 13523, *Central de gás liquefeito de petróleo (GLP);*

ABNT NBR 13714, *Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio – Procedimentos;*

ABNT NBR 13858-2, *Telhas de concreto – Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio – Procedimentos;*

ABNT NBR 14037, *Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos;*

ABNT NBR 14323, *Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio – Procedimento;*

ABNT NBR 14432, *Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento;*

ABNT NBR 14762, *Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio – Procedimento;*

ABNT NBR 15200, *Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio;*

ABNT NBR 15210-1, *Telha ondulada de fibrocimento sem amianto e seus acessórios – Parte 1: Classificaçãoe requisitos;*

ABNT NBR 15215-3, *Iluminação natural – Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos;*

ABNT NBR 15220-1, *Desempenho térmico de edificações – Parte 1: Definições, símbolos e unidades*;

ABNT NBR15220-2, *Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações;*

ABNT NBR 15220-3, *Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiroe diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social;*

ABNT NBR 15220-4, *Desempenho térmico de edificações – Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida;*

ABNT NBR 15220-5, *Desempenho térmico de edificações – Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico;*

ABNT NBR 15319, *Tubos de concreto, de seção circular, para cravação – Requisitos e métodos de ensaio;*

ABNT NBR 15526, *Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais - Projeto e execução.*

NORMAS INTERNACIONAIS

ANSI/ASHRAE 74 - *Method of Measuring Solar-Optical Properties of Materials;*

ASHRAE Standard 140 - AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIRCONDITIONING ENGINEERS. New ASHRAE standard aids in evaluating energy analysis programs: Standard 140-2007;

ASHRAE. 2001. ANSI/ASHRAE Standard 140-2001: Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy;

ASTM C1371, Standard Test Method for Determination of Emittance of Materials Near Room Temperature Using Portable Emissometers;

ASTM C177, *Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus;*

ASTM *C351-92B, Standard Test Method for Mean Specific Heat of Thermal Insulation;*

ASTM C518, *Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus;*

ASTM C1363, *Standard Test Method for Thermal Performance of Building Materials and Envelope Assemblies by Means of a Hot Box Apparatus*;

ASTM *E424-71, Standard Test Methods for Solar Energy Transmittance and Reflectance (Terrestrial) of Sheet Materials;*

ASTM G154-06, Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials;

ASTM D1413-07, Standard Test Method for Wood Preservatives by Laboratory Soil-Block Cultures;

ASTM C1363, STANDARD TEST METHOD FOR THERMAL PERFORMANCE OF BUILDING MATERIALS AND ENVELOPE ASSEMBLIES BY MEANS OF A HOT BOX APPARATUS;

BS 7453*Guide to durability of buildings and building elements, products and components;*

Eurocode 2, *Design of concrete structures;*

Eurocode 3, *Design of steel structures;*

Eurocode 4, *Design of composite steel and concrete structures;*

Eurocode 5, *Design of timber structures;*

Eurocode 6, *Design of mansory structures;*

Eurocode 9, *Design of aluminium structures;*

ISO 7726, *Ergonomics of the thermal environment – Instruments for measuring physical quantities;*

ISO 8302, *Thermal insulation - Determination of steady-state thermal resistance and related properties - Guarded hot plate apparatus;*

ISO 15686-1,*Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 1: General principles*;

ISO 15686-2, *Buildings and constructed assets -- Service life planning – Part 2: Service life prediction procedures;*

ISO 15686-3, *Buildings and constructed assets -- Service life planning – Part 3: Performance audits and reviews;*

ISO 15686-5, *Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 5: Life cycle costing;*

ISO 15686-6, *Buildings and constructed assets -- Service life planning – Part 6: Procedures for considering environmental impacts (available in English only);*

ISO 15686-7, *Buildings and constructed assets -- Service life planning – Part 7: Performance evaluation for feedback of service life data from practice;*

ISO 7726, *Ergonomics of The Thermal Environment – Instruments and methods for measuring physical quantities;*

JIS A 1423,*Simplified test method for emissivity by infrared radio meter;*

UNE - EN 410 – 1998 – *Vidrio para laedificación – Determinación de las características luminosas y solares de losacristalamientos;*

UNE – EN 12898 – *Vidrio para laedificación – Determinación de la emisividad.*

PUBLICAÇÕES, LEIS E CÓDIGOS

Publicação IPT Nº 1791 – Fichas de características das madeiras Brasileiras, São Paulo, 1989;

Publicação IPT Nº 1157 – Métodos de Ensaios e Análises em Preservação de Madeiras, São Paulo;

Publicação IPT 2980 – Madeiras – Uso sustentável na construção civil; (citado no item 18.3.3.);

Analysis Computer Programs. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. USA, Atlanta: 2001;

Publicação IPT 2980 - Madeiras – Uso sustentável na construção civil;

Inspeção Predial do IBAPE/SP – 2007;

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 176, de 24/10/2000;

Código de Defesa do Consumidor. Lei nº 8078, de 11/9/1990;

Código de Defesa do Consumidor, Lei 8078 de 11/9/90;

Portaria n.º 18, de 16 de janeiro de 2012 - Serviço Público Federal - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO.

SEGURANÇA

VERSO EM BRANCO

SEGURANÇA	1	DESEMPENHO ESTRUTURAL
	2	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
	3	SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO
HABITABILIDADE	4	ESTANQUEIDADE
	5	DESEMPENHO TÉRMICO
	6	DESEMPENHO ACÚSTICO
	7	DESEMPENHO LUMÍNICO
	8	SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR
	9	FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE
	10	CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO
SUSTENTABILIDADE	11	DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE
	12	ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

VERSO EM BRANCO

1 DESEMPENHO ESTRUTURAL

O desempenho estrutural da edificação é avaliado sob o ponto de vista da segurança (estado limite último) e da utilização (estado limite de serviço).

São consideradas ações de caráter permanente e acidental passíveis de atuação na edificação, conforme a NBR 8681 - Ações e segurança nas estruturas - Procedimento, além de esforços mecânicos devido ao uso da edificação (impactos, solicitações transmitidas por portas, peças suspensas, ação de granizo etc.).

Ressalta-se que as informações sobre limitações relativas ao uso das edificações são integrantes do manual de uso, operação e manutenção, ou documento similar, elaborado em conformidade com a ABNT NBR 14037.

1.1 TERMOS E DEFINIÇÕES

Desempenho estrutural: deve ser avaliado do ponto de vista da segurança, ou seja, do estado limite último e do ponto de vista da utilização, considerando-se o deslocamento dos elementos, fissuração e demais falhas que possam comprometer outras exigências, tais como, estanqueidade à água e durabilidade. Devem ser consideradas as ações de caráter permanente passíveis de atuar na edificação, além de outros esforços mecânicos devido ao uso, como impactos, peças suspensas e solicitações transmitidas por portas.

Estado-limite último: estado crítico em que a edificação ou o sistema específico não mais satisfaz os critérios de desempenho relativos à segurança, ou seja, é o momento a partir do qual ocorre perigoso rebaixamento dos níveis de segurança, com risco de colapso ou ruína da edificação ou do sistema específico. A ruína pode ser caracterizada pela ruptura, pela perda de estabilidade, por deformações ou fissuração excessivas.

Estado-limite de serviço: estado de solicitação da edificação ou do sistema específico a partir do qual começa a ser prejudicada a funcionalidade, a utilização e/ou a durabilidade do sistema, configurando-se, em geral, pela presença de deslocamentos acima de limites pré-estabelecidos, aparecimento de fissuras e outras falhas.

Estrutura principal do sistema de cobertura: conjunto resistente apoiado diretamente na estrutura da edificação.

Estrutura secundária: conjunto de componentes de sustentação do telhado apoiada na estrutura principal.

Trama: estrutura secundária integrada pelas terças, caibros e ripas.

Tesoura: elemento da estrutura principal de sustentação da trama.

1.1.1 Requisito – Estado-limite último

A edificação e seus sistemas específicos devem ser projetados, construídos e mantidos de forma a não atingir o Estado Limite Último ao longo de sua vida útil de projeto, considerando requisitos relativos à estabilidade, à resistência estrutural, a estados inaceitáveis de fissuração e deformação.

1.1.1.1 Critério – Estado-limite último

Atender às disposições aplicáveis das normas que abordam a estabilidade e a segurança estrutural para todos os componentes estruturais da edificação e seus sistemas específicos.

Devem ser necessariamente consideradas nos projetos as cargas permanentes, acidentais (sobrecargas de utilização), devidas ao vento e a deformações impostas (variação de temperatura e umidade, recalques das fundações), conforme ABNT NBR 8681, ABNT NBR 6120, ABNT NBR 6122 e ABNT NBR 6123.

NOTA 1: Para efeito do estado-limite último, podem ser desprezadas as solicitações devidas à retração por secagem, onde aplicável, caso os materiais apresentem índices de retração livre em corpos-de-prova de laboratório inferiores a 0,06%.

NOTA 2: Para efeitos do estado-limite último, podem ser desprezadas as solicitações devidas à variação de temperatura, caso sejam empregados materiais com coeficientes de dilatação térmica linear $\leq 10^{-5}/°C$; para comprimentos em planta inferiores a 30m, levar em consideração somente para valores acima de $2 \times 10^{-5}/°C$.

NOTA 3: Para efeitos do estado-limite último, podem ser desprezadas as solicitações devidas à variação da umidade relativa do ar, caso sejam empregados materiais que, no aumento da umidade relativa de 50% para 100%, estabilizam-se
com expansão não superior a 0,1%; da mesma forma, o efeito da variação da umidade pode ser desprezado para estruturas cujos componentes foram protegidos com sistemas de impermeabilização que atendam aos requisitos desta Norma.

O desempenho estrutural de qualquer edificação, quando no estado limite último, deve ser verificado conforme o estabelecido pelas Normas Brasileiras de projeto estrutural específicas.

1.1.1.1.1 Métodos de avaliação

A conformidade do projeto estrutural é verificada por meio do atendimento às Normas Brasileiras específicas, considerando as premissas de projeto e os métodos de avaliação abaixo descritos.

Isto posto, deve-se atender todos os requisitos estabelecidos nas Normas a seguir:

- ABNT NBR 6118, para estruturas de concreto;
- ABNT NBR 6122, para fundações;
- ABNT NBR 7190, para estruturas de madeira;
- ABNT NBR 8800, para estruturas de aço ou mistas;
- ABNT NBR 9062, para estruturas de concreto pré-moldado;
- ABNT NBR 10837, para alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto;
- ABNT NBR 15812, para alvenaria estrutural de blocos cerâmicos;
- ABNT NBR 14762, para estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio;
- ABNT NBR 16055, para parede de concreto moldada no local para a construção de edificações;
- ou outras Normas Brasileiras de projeto estrutural vigentes.

1.1.1.1.2 Cálculos

A análise do projeto dos componentes estruturais do edifício habitacional deve ser feita com base nas seguintes normas, quando aplicáveis: ABNT NBR 6118, ABNT NBR 6120, ABNT NBR 6122, ABNT NBR 6123, ABNT NBR 7190, ABNT NBR 16055 , ABNT NBR 8800, ABNT NBR 9062, ABNT NBR 10837 e ABNT NBR 14762.

As condições de desempenho devem ser comprovadas analiticamente, demonstrando o atendimento ao estado-limite último, devendo as ações respeitar as normas vigentes e as considerações estabelecidas em projeto. No caso em questão, por se tratar de edificações térreas com altura total até 6,0m (desde o respaldo da fundação de cota mais baixa até o topo da cobertura), as dimensões mínimas dos componentes estruturais estabelecidas nas normas de projeto estrutural específicas não se aplicam, desde que demonstrada a segurança e estabilidade por meio de ensaios previstos em 1.1.1.1.3 e atendidos os demais requisitos de desempenho estabelecidos neste caderno.

Na inexistência de Norma Brasileira de projeto estrutural específica para o tipo de estrutura analisado, aceita-se o atendimento aos respectivos códigos europeus (EUROCODES), em sua última versão, ou a demonstração da estabilidade e da segurança estrutural por meio de cálculos, modelos e ensaios, respeitado o estabelecido em 1.1.1.1.3 (a).

1.1.1.1.3 Ensaios

a) Modelagem matemática do comportamento conjunto para resistência mínima de projeto – compressão excêntrica.

b) Quando a modelagem matemática do comportamento conjunto dos materiais e componentes que constituem o sistema, ou dos sistemas que constituem a estrutura, não for conhecida e consolidada por experimentação, ou não existir Norma Brasileira, permite-se, para fins deste caderno, estabelecer uma resistência mínima de projeto por meio de ensaios destrutivos traçando-se o diagrama correspondente a carga x deslocamento, conforme indicado no Anexo A.

Painéis pré-fabricados estruturais devem ser ensaiados nas mesmas condições do emprego em obra, com a altura prevista para o pé direito e largura mínima de 1,20m, ou de 5 vezes a espessura para paredes monolíticas.

A resistência de painéis e trechos de paredes estrutrurais deve ser verificada a partir de 3 ensaios, para a solicitação $Sd = \gamma g\ Sgk + \gamma q\ Sqk + \gamma w\ Swk$; as cargas devidas ao vento devem ser consideradas somente se produzirem esforços de compressão em painéis e trechos de parede (no caso de sucção devem ser desconsideradas). No ensaio a carga vertical no topo da parede deve ser prevista com a excentricidade acidental $e^{(a)} = b / 30 \geq 1cm$, sendo ~~"b"~~ a espessura da parede, além da eventual excentricidade de projeto.

Para SVVE, inclusive para aqueles não estruturais, deve ser realizada verificação analítica ou ensaio de cargas laterais uniformemente distribuídas, visando simular as ações horizontais devidas ao vento, devendo-se considerar para efeito da avaliação a solicitação $\gamma w\ Swk$; no caso de ensaio, o corpo-de-prova deve ser constituído por um trecho representativo do SVVE, incluindo as fixações e vinculações típicas entre componentes.

1.1.2 Requisito – Estado limite de serviço (deslocamentos, fissurações e ocorrências de outras falhas)

Circunscrever os deslocamentos resultantes das cargas de serviço e as deformações impostas ao edifício escolar ou aos sistemas específicos a valores que não causem prejuízos ao desempenho de outros sistemas e não causem comprometimento da durabilidade da edificação e dos próprios sistemas.

1.1.2.1 Critério – Estados limites de serviço

A edificação ou o os sistemas específicos devem ser projetados, construídos e mantidos de forma a atender aos critérios abaixo descritos.

1.1.2.1.1 Critério para o sistema estrutural

Não ocasionar deslocamentos ou fissuras excessivas aos elementos de construção vinculados ao sistema estrutural, levando-se em consideração as ações permanentes e de utilização, nem impedir o livre funcionamento de elementos e componentes do edifício, tais como portas e janelas, nem repercutir no funcionamento das instalações. Sob a ação de cargas gravitacionais, de temperatura, de vento (ABNT NBR 6123), recalques diferenciais das fundações (ABNT NBR 6122) ou quaisquer outras solicitações passíveis de atuarem sobre a construção, conforme ABNT NBR 8681, os componentes estruturais não devem apresentar:

- deslocamentos maiores que os estabelecidos nas normas de projeto estrutural (ABNT NBR 6118, ABNT NBR 7190, ABNT NBR 8800, ABNT NBR 9062, ABNT NBR 10837 e ABNT NBR 14762) ou, na falta de Norma Brasileira específica, usar a Tabela1;
- fissuras com aberturas maiores que os limites indicados nas normas específicas da ABNT.

NOTA: A Tabela 2 é expedita e inclui as expectativas com relação a deslocamentos dependentes do tempo.

Tabela 1 — Flechas máximas para vigas e lajes (cargas gravitacionais permanentes e acidentais)

Parcela de carga permanente sobre vigas e lajes		Flecha imediata [1]			Flecha final (total) 3)
		S_{qk}	S_{qk}	S_{qk} +0,7 S_{qk}	S_{qk} + 0,7 S_{qk}
Paredes monolíticas, em alvenaria ou painéis unidos ou rejuntados com material rígido	Com aberturas [2]	*L*/1000	*L*/2800	*L*/800	*L*/400
	Sem aberturas	*L*/750	*L*/2100	*L*/600	*L*/340
Paredes em painéis com juntas flexíveis, divisórias leves, gesso acartonado	Com aberturas [2]	*L*/1050	*L*/1700	*L*/730	*L*/330
	Sem aberturas	*L*/850	*L*/1400	*L*/600	*L*/300
Pisos	Constituídos e/ou revestidos com material rígido	*L*/700	*L*/1500	*L*/530	*L*/320
	Constituídos e/ou revestidos com material flexível	*L*/750	*L*/1200	*L*/520	*L*/280
Forros	Constituídos e/ou revestidos com material rígido	*L*/600	*L*/1700	*L*/480	*L*/300
	Forros falsos e/ou revestidos com material flexível	*L*/560	*L*/1600	*L*/450	*L*/260
Laje de cobertura impermeabilizada, com inclinação *i*≥ 2%		*L*/850	*L*/1400	*L*/600	*L*/320
Vigas calha com inclinação *i*≥ 2%		*L*/750	-	-	*L*/300

Parcela de carga permanente sobre vigas e lajes	Flecha imediata [1]			Flecha final (total) 3)
	S_{gk}	S_{qk}	S_{gk} +0,7 S_{qk}	S_{gk} + 0,7 S_{qk}

L é o vão teórico
1) Para vigas e lajes em balanço, admitem-se deslocamentos correspondentes a 1,5 vez os respectivos valores indicados.
2) No caso do emprego de dispositivos e detalhes construtivos que absorvam as tensões concentradas no contorno das aberturas das portas e janelas, as paredes podem ser consideradas "sem aberturas".
3) Para a verificação dos deslocamentos na flecha final, reduzir a rigidez dos elementos analisados pela metade.

1.1.2.1.1.1 Método de avaliação

Atendimento aos valores das Normas Brasileiras específicas ou daTabela1. Caso estes valores não sejam atendidos, proceder à análise do projeto, cumprindo o estabelecido em 1.1.2.1.1.2 ou 1.1.2.1.1.3.

1.1.2.1.1.2 Cálculos

A análise do projeto dos componentes estruturais da edificação deve ser feita com base nas ABNT NBR 6118, ABNT NBR 6120, ABNT NBR 6123, ABNT NBR 7190, ABNT NBR 8681, ABNT NBR 8800, ABNT NBR 9062, ABNT NBR 10837, ABNT NBR 14762 e ABNT NBR 16055, em função do tipo de estrutura. Devem ser consideradas as cargas permanentes acidentais devidas ao vento e a deformações específicas, conformea ABNT NBR 8681.

Nos casos mais gerais, na análise das deformações podem ser consideradas apenas as ações permanentes e acidentais (sobrecargas) características, tomando-se para γ_g o valor 1,0 e para γ_q o valor 0,7.

$$S_d = S_{gk} + 0{,}7S_{qk}$$

Para o caso de estruturas de concreto ou argamassa armada, compósitos reforçados com fibras ou materiais semelhantes, devem ser levados em conta os efeitos de diminuição da rigidez com a ocorrência da fissuração.

1.1.2.1.1.3 Ensaios

Quando a modelagem matemática do comportamento conjunto dos materiais e componentes que constituem o sistema, ou dos sistemas que constituem a estrutura, não for conhecida e consolidada por experimentação, ou não existir norma técnica, permite-se, para fins deste caderno, estabelecer uma modelagem matemática do comportamento conjunto para as deformações de serviço através de ensaios destrutivos e do traçado do correspondente diagrama carga x deslocamento, conforme indicado no Anexo A. Os elementos estruturais devem ser ensaiados nas condições de solicitação a que se pretende submetê-los na edificação, de forma a serem caracterizados em cada ensaio pelo deslocamento que primeiro estabelecer uma falha.

1.1.2.1.2 Critério para os sistemas verticais de vedação interna e externa - SVVIE

Os SVVIE, considerando as combinações de carregamentos, devem atender os limites de deslocamentos instantâneos (d_h) e residuais (d_{hr}) indicados na Tabela 2, sem apresentar falhas que caracterizem o estado limite de serviço. Os SVVIE com função estrutural também devem atender as exigências do item 1.1.2.1.1 deste caderno.

Tabela 2– Critérios e níveis de desempenho mínimo quanto a deslocamentos e ocorrência de falhas sob ação de cargas de serviço

Elemento	Solicitação	Critério
SVVIE com função estrutural	Cargas verticais: $S_d = S_{gk} + 0,7\ S_{qk} + S_{wk}$ (desconsiderar S_{wk} no caso de alívio da compressão)	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/500$ $d_{hr} \leq h/2500$
SVVIE com ou sem função estrutural	Cargas permanentes e deformações impostas $S_d = S_{gk} + S_{\varepsilon k}$	Não ocorrência de falhas, tanto nas paredes como nas interfaces da parede com outros componentes
SVVE (paredes de fachadas) com ou sem função estrutural	Cargas horizontais: S_d(a) $= 0,9\ S_{gk} + 0,8\ S_{wk}$	. Não ocorrência de falhas; . Limitação dos deslocamentos horizontais(b): $d_h \leq h/500$ (SVVE com função estrutural); $d_{hr} \leq h/2500$ (SVVE com função estrutural); $d_h \leq h/350$ (SVVE com função de vedação); $d_{hr} \leq h/1750$ (SVVE com função de vedação). Entende-se neste critério como SVVE as paredes de fachada

(a) No caso de ensaios de tipo considerar Sd = Sgk + 0,8 Swk
(b) Para paredes de fachada leves (G < 60 Kgf/m2), sem função estrutural, os valores de deslocamento instantâneo (dh) podem atingir o dobro dos valores acima indicados nesta tabela.
onde:
h é altura do elemento parede;
dh é o deslocamento horizontal instantâneo;
dhr é o deslocamento horizontal residual;
Sgk é a solicitação característica devida a cargas permanentes;
Sek é o valor característico da solicitação devida à deformação específica do material;
Sqk é o valor característico da solicitação devida a cargas acidentais ou sobrecargas de uso;
Swk é o valor característico da solicitação devida ao vento.

1.1.2.1.2.1 Método de avaliação

Para sistemas de vedações verticais externas e internas com função estrutural, efetuar cálculos ou ensaio previstos no item 1.1.2.1.1.1 deste caderno.

Para sistemas de vedações verticais externas sem função estrutural, realizar ensaio-tipo, análise de projeto ou cálculos, considerando também os esforços que simulam as ações horizontais devidas ao vento. As análises, verificações ou ensaios-tipo devem considerar também as fixações e vinculações, bem como o desenho específico para cada caso, incluindo as justificativas do modelo adotado.

Para o ensaio visando a verificação da resistência a ações horizontais, pode ser adotada a câmara de ensaio prevista para ensaios de esquadrias externas, conforme a ABNT NBR 10821-3:2011 Esquadrias externas para edificações, Parte 3: Métodos de ensaio, ou realizar ensaio por intermédio de balão inflável de material plástico, conforme Anexo B.

Os resultados do ensaio-tipo devem mencionar a ocorrência de fissuras, deslocamentos ou falhas que repercutam no estado limite de serviço, considerando prejuízo ao desempenho, ou no estado limite último, considerando prejuízo da segurança estrutural.

Para avaliar in loco o funcionamento dos componentes dos SVVIE, deve ser realizada verificação de campo. As ocorrências de fissuras ou descolamentos são consideradas toleráveis caso atendam às seguintes características, conforme o local do aparecimento:

a) sistema de vedação vertical interno (*SVVI*) ou faces internas do sistema de vedação vertical externo (*SVVE*) (fachadas):

- ✓ fissuras no corpo dos *SVVI* ou nos seus encontros com elementos estruturais, destacamentos entre placas de revestimento e outros seccionamentos do gênero, desde que não sejam detectáveis a olho nu por um observador posicionado a 1,00m da superfície do elemento em análise, num cone visual com ângulo igual ou inferior a 60°, sob iluminamento igual ou maior que 250lux, ou desde que a soma das extensões não ultrapasse 0,1m/m^2,referente à área total das paredes do ambiente;
- ✓ descolamentos localizados de revestimentos, detectáveis visualmente ou por exame de percussão (som cavo), desde que não impliquem descontinuidades ou risco de projeção de material, não ultrapassando área individual de 0,15m^2 ou área total correspondente a 15% do elemento em análise;

b) fachadas ou sistemas de vedação vertical externo (SVVE):

- ✓ fissuras no corpo das fachadas, descolamentos entre placas de revestimento e outros seccionamentos do gênero, desde que não sejam detectáveis a olho nu por um observador posicionado a 1,00m da superfície do elemento em análise, num cone visual com ângulo igual ou inferior a 60°, sob iluminamento natural em dia sem nebulosidade;
- ✓ descolamentos de revestimentos localizados, detectáveis visualmente ou por exame de percussão (som cavo), não ultrapassando área individual de 0,10m^2 ou área total correspondente a 5% do pano de fachada em análise.

1.1.3 Requisito – Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações externas e internas

Resistir às solicitações originadas pela fixação de peças suspensas (armários, prateleiras, lavatórios, hidrantes, quadros e outros).

1.1.3.1 Critério – Capacidade de suporte para as peças suspensas

Os SVVIE da edificação, com ou sem função estrutural, sob a ação de cargas devidas a peças suspensas não devem apresentar fissuras, deslocamentos horizontais instantâneos (d_h) ou deslocamentos horizontais residuas (d_{hr}), lascamentos ou rupturas, nem permitir o arrancamento dos dispositivos de fixação nem seu esmagamento.

A Tabela 3 indica os valores e os critérios de desempenho em função da carga de ensaio para o dispositivo de fixação padrão do tipo mão francesa, conforme Anexo C.

Tabela 3— Cargas de ensaio e critérios para peças suspensas fixadas por mão-francesa padrão

Carga de ensaio aplicada em cada ponto	Carga de ensaio aplicada em cada peça, considerando dois pontos	Critérios de desempenho
0,5kN	1,0kN	Não ocorrência de falhas que comprometam o estado limite de serviço. Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/500$; $d_{hr} < h/2500$.
Onde: *h* é altura do elemento parede; d_h é o deslocamento horizontal instantâneo; d_{hr} é o deslocamento horizontal residual.		

Observações:

a) além da mão-francesa padrão, prevista na Tabela 3, poderão ser considerados outros tipos de peças suspensas. Podem ser consideradas outros tipos de mão francesa, porém sugere-se a consideração de, pelo menos, mais dois tipos, além da mão francesa padrão: a) **cantoneira, L,** com lados de comprimento igual a 100mm, largura de 25mm, para um ponto de aplicação de carga, com excentricidade de 75mm em relação à face da parede; b) dispositivo recomendado pelo fabricante ou proponente da tecnologia, para aplicação de **cargas faceando a parede (lousas, por exemplo)**, ou seja, sem excentricidade; caso não haja indicação específica do fabricante, adotar arruela de aço de 25mm de diâmetro e 3mm de espessura, como corpo de apoio. O carregamento deve representar ao máximo a realidade;

b) pode-se considerar que a carga de ensaio mencionada na Tabela 3, de longa duração (24h no ensaio), contempla um coeficiente de segurança da ordem de dois, em relação a situações típicas de uso; a carga de serviço ou de uso, neste caso, é a metade da carga adotada no ensaio. Para cargas de curta duração, determinadas em ensaios com aplicação contínua da carga até a ruptura do elemento ou falência do sistema de fixação, considerar um coeficiente de segurança de 3 (três) para as cargas de uso ou de serviço das fixações, em relação à carga de ruptura, verificando-se a resistência dos sistemas de fixação possíveis de serem empregados no tipo de sistema considerado. De forma geral, a carga de uso ou de serviço deve ser considerada como sendo igual ao menor dos dois valores seguintes: 1/3 (um terço) da carga de ruptura, ou a carga que provocar um deslocamento horizontal superior a h/500;

c) para qualquer sistema de fixação recomendado deve ser estabelecida a máxima carga de uso, incluindo as cargas aplicadas muito próximas à face da parede. Caso o fabricante recomende um valor limite da distância entre dois pontos de fixação este valor deve ser considerado no ensaio, a despeito da mão-francesa padrão ter sido considerada com 50cm entre pontos de aplicação de carga. Neste caso deve ser reformulada a distância entre pontos de fixação do equipamento de ensaio.

No caso de ~~r~~redes de dormir", considerar uma carga de uso de 2kN, aplicada em ângulo de 60° em relação à face da vedação. Nesta situação, pode-se admitir um coeficiente de segurança igual a 2 (dois) para a carga de ruptura. Não deve haver ocorrência de destacamento dos dispositivos de fixação ou falhas que prejudiquem o estado limite de

utilização, para as cargas de serviço. Este critério é aplicável somente se prevista tal condição de uso para o edifício.

1.1.3.1.1 Método de avaliação

Realização de ensaio-tipo, em laboratório ou protótipo, de acordo com o método de ensaio indicado no Anexo C deste caderno. Os critérios são verificados nas condições previstas pelo fornecedor, incluindo detalhes típicos, tipos de fixação e reforços necessários para fixação da peça suspensa.

1.1.3.1.2 Premissas de projeto

O projeto deve indicar as cargas de uso, dispositivos e sistemas de fixação, incluindo detalhes típicos. O projeto deve estabelecer as cargas de uso ou de serviço a serem aplicadas, para cada situação específica, os dispositivos ou sistemas de fixação previstos, os locais permitidos para fixação de peças suspensas, se houver restrições, devendo mencionar também as recomendações e limitações de uso. Havendo limitações quanto ao tipo de mão francesa, o fornecedor deve informá-las e deve fazer constar de seus catálogos técnicos.

1.1.4 Requisito - Impactos de corpo mole e de corpo duro

A edificação e os seus sistemas específicos devem resistir a impactos de corpo mole e de corpo duro, decorrentes das condições de utilização, preservando tanto o estado limite último como de serviço. São dispensados da verificação deste requisito os sistemas estruturais projetados conforme as ABNT NBR 6118, ABNT NBR 7190, ABNT NBR 8800, ABNT NBR 9062, ABNT NBR 10837, ABNT NBR 14762, ABNT NBR 16055, respeitado o descrito em 1.1.1.1.2.

1.1.4.1 Critério - Resistência a impactos de corpo mole

Tabela 4 - Critérios de desempenho para elementos estruturais localizados na fachada da edificação, em exteriores acessíveis ao público – Impacto de corpo mole na face externa (de fora para dentro)

Energia de impacto de corpo mole (J)	Critério de desempenho
960	Não ocorrência de ruína (estado limite último); são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).
720	Não ocorrência de ruína (estado limite último); são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).
480	Não ocorrência de falhas localizadas (estado limite de serviço)
360	Não ocorrência de falhas localizadas (estado limite de serviço).
240	Não ocorrência de falhas; Limitação do deslocamento horizontal: $d_h \leq h/250$ e $d_{hr} \leq h/1250$ para pilares, sendo h a altura do pilar; $d_h \leq L/200$ e $d_{hr} \leq$ L/1000 para vigas, sendo L o vão teórico da viga.
180	Não ocorrência de falhas.
120	Não ocorrência de falhas.

Tabela 5 - Critérios de desempenho para elementos estruturais localizados no interior do edifício e na fachada – Impacto de corpo mole aplicado na face interna (de dentro para fora)

Energia de impacto de corpo mole (J)	Critério de desempenho
480	Não ocorrência de ruína (estado limite último); são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras)
360	Não ocorrência de ruína (estado limite último); são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).
240	Não ocorrência de falhas localizadas (estado limite de serviço).
180	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
120	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço); Limitação do deslocamento horizontal: $d_h \leq h/250$ e $d_{hr} \leq h/1250$ para pilares, sendo h a altura do pilar; $d_h \leq L/200$ e $d_{hr} \leq L/1000$ para vigas, sendo L o vão teórico da viga.

Tabela 6 - Critérios de desempenho para impacto de corpo mole em pisos suspensos

Energia de impacto de corpo mole (J)	Critério de desempenho
960	Não ocorrência de ruína (estado limite último); são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras)
720	Não ocorrência de ruína (estado limite último); são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras)
480	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
360	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
240	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço); Limitação de deslocamento vertical $d_v \leq L/300$; $d_{vr} \leq L/900$
120	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)

Tabela 7 —Impactos de corpo mole para sistemas de vedações verticais externas (fachadas)

Elemento	Impacto	Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho
Vedação vertical com função estrutural	Impacto externo (acesso externo do público)	960	Não ocorrência de ruína (estado limite último)
		720	
		480	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
		360	
		240	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250$ $d_{hr} \leq h/1\ 250$
		180	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
		120	
	Impacto interno	480	Não ocorrência de ruína nem traspasse da parede pelo corpo percussor de impacto (estado limite último)
		240	
		180	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
		120	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250$ $d_{hr} \leq h/1250$
Vedação vertical sem função estrutural	Impacto externo (acesso externo do público;)	720	Não ocorrência de ruína (estado limite último)
		480	
		360	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
		240	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço) $d_h \leq h/125$ $d_{hr} \leq h/625$
		180	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
		120	
	Impactos internos	360	Não ocorrência de ruína nem traspasse da parede pelo corpo percussor de impacto (estado limite último)
		180	
		120	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/125$ $d_{hr} \leq h/625$

Elemento	Impacto	Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho
Vedações verticais sem função estrutural, constituídas por elementos leves (G< 60 kg/m^2)	Impactos externos (acesso externo do público)	720	Não ocorrência de ruptura ruína (estado limite último)
		360	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
		240	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h$ / 62,5 $d_{hr} \leq h$ / 625
Revestimento interno das vedações verticais externas em multicamadas [a] (impactos internos)		120	Não ocorrência de ruína (estado limite último) São admitidas falhas localizadas
		60	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço) Limitação da ocorrência de deslocamento: $d_h \leq h/125$; $d_{hr} \leq h/625$
Está sendo considerado, neste caso, que o revestimento interno da parede de fachada multicamada não é integrante da estrutura da parede, nem componente de contraventamento, e que os materiais de revestimento empregados sejam de fácil reposição pelo usuário. Desde que não haja comprometimento à segurança e à estanqueidade, podem ser adotados, somente para os impactos no revestimento interno, os critérios previstos na ABNT NBR 11681, considerando E = 60 J, para não ocorrência de falhas, e E = 120 J, para não ocorrência de rupturas localizadas. No caso de impacto entre montantes, ou seja, entre componentes da estrutura, o componente de vedação deve ser considerado sem função estrutural.			

Tabela 8— Impacto de corpo mole para vedações verticais internas

Elemento	Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho
Vedações com função estrutural	360	Não ocorrência de ruína (estado limite último)
	240	São admitidas falhas localizadas
	180	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
	120	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço). Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250$; $d_{hr} \leq h/1250$
	60	Não ocorrências de falhas (estado limite de serviço)
Vedações sem função estrutural	240	Não ocorrência de ruína (estado limite último) São admitidas falhas localizadas
	180	

Elemento	Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho
	120	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço). Limitação da ocorrência de deslocamento: $d_h \leq h/125$ [a] $d_{hr} \leq h/625$
	60	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço).
[(a)] Para paredes leves ($G \leq 600$ N/m^2), sem função estrutural, os valores do deslocamento instantâneo (d_h) podem atingir o dobro do valor indicado nesta Tabela.		

1.1.4.1.1 Método de avaliação

As verificações da resistência e deslocamento dos elementos estruturais devem ser feitas por meio de ensaios de impacto de corpo mole, realizados em laboratório ou em protótipo ou em obra, devendo o corpo-de-prova representar fielmente as condições executivas da obra, inclusive tipos de apoio/vinculações, conforme método de ensaio indicado no Anexo D.

Para os SVVIE a realização de ensaio de tipo em laboratório ou em campo pode ser feito de acordo com a ABNT NBR 11675.

As medições dos deslocamentos podem ser feitas com extensômetros, paquímetros, réguas ou equipamentos semelhantes.

Para cada situação deve-se considerar, no ensaio, que os sistemas serão submetidos a um impacto para cada uma das energias especificadas.

1.1.4.2 Critérios de desempenho para resistência a impactos de corpo duro de sistemas estruturais e dos sistemas verticais de vedação interna e externa - SVVIE

Sob a ação de impactos de corpo duro, os sistemas estruturais e os SVVIE da edificação não devem sofrer ruptura ou traspassamento sob qualquer energia de impacto, sendo tolerada a ocorrência de fissuras, lascamentos e outros danos em impactos de segurança.

Sob a ação de impactos de corpo duro de serviço, tais sistemas não devem apresentar fissuras, escamações, delaminações ou qualquer outro tipo de dano (impactos de serviço), sendo admitidas mossas localizadas.

Os impactos com maiores energias referem-se ao estado-limite último, e os de menores energias referem-se à aos estados-limites de utilização.

Tabela 9— Impactos de corpo duro para sistemas estruturais e sistemas de vedações verticais externas (fachadas)

Sistema	Impacto	Energia de impacto de corpo duro J	Critério de desempenho
Elemento estrutural e vedação vertical com ou sem função estrutural	Impacto externo (acesso externo do público)	3,75	Não ocorrência de falhas inclusive no revestimento (estado limite de serviço)
		20	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado limite último); são admitidas falhas superficiais como mossas, fissuras e desagregações
	Impacto interno	2,5	Não ocorrência de falhas inclusive no revestimento (estado limite de serviço)
		10	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado limite último); são admitidas falhas superficiais como mossas, fissuras e desagregações

Tabela 10— Impactos de corpo duro para sistemas estruturais e sistemas de vedações verticais internas

Sistema	Energia de impacto de corpo duro J	Critério de desempenho
Elemento estrutural e vedação vertical com ou sem função estrutural	2,5	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
	10	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado limite último); são admitidas falhas superficiais como mossas, fissuras e desagregações

1.1.4.2.1 Método de avaliação

Realização de ensaio de tipo, em laboratório ou em campo, de acordo com o Anexo E ou ABNT NBR 11675.

1.1.4.3 Critérios de desempenho para resistência a impactos de corpo duro de sistemas de pisos

Sob a ação de impactos de corpo duro, o sistema de pisos não pode sofrer ruptura ou traspassamento sob qualquer energia de impacto, sendo tolerada a ocorrência de fissuras, lascamentos e outros danos em impactos de segurança. A Tabela 11 apresenta os critérios de desempenho.

Tabela 11 — Critérios de desempenho para impacto de corpo duro em sistemas de pisos

Energia de impacto de corpo duro (J)	Critério de desempenho
5	Não ocorrência de ruptura total da camada de acabamento São admitidas falhas superficiais como mossas, lascamentos, fissuras e desagregações
30	Não ocorrência de ruína e traspassamento São admitidas falhas superficiais como mossas, fissuras, lascamentos e desagregações

Para avaliar a resistência ao impacto de corpo duro da camada de acabamento do piso, utilizar as normas específicas do produto utilizado.

1.1.4.3.1 Método de avaliação

Verificação da resistência ao impacto de corpo duro, por meio de ensaios em laboratório executados em protótipos ou na própria obra, devendo o corpo-de-prova representar fielmente as condições executivas da obra, inclusive tipos de apoio/vinculações, e respeitar as normas de aplicação da camada de acabamento.

O método de ensaio está apresentado no Anexo F deste caderno.

1.1.5 Requisito – Ações transmitidas por portas em sistemas de vedação vertical interna e externa - SVVIE

Resistir aos esforços transmitidos pelas batidas de portas e impactos nas folhas de portas.

1.1.5.1 Critério – Ações transmitidas por portas internas ou externas

Os sistemas de vedação vertical interno e externo, com ou sem função estrutural, devem permitir o acoplamento de portas e apresentar desempenho que satisfaça as seguintes condições:

- quando as portas forem submetidas a dez operações de fechamento brusco, os SVVIE não devem apresentar falhas, tais como rupturas, fissurações, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco, destacamentos em juntas entre componentes das paredes e outros;
- sob ação de um impacto de corpo mole com energia de 240J, aplicado no centro geométrico da folha de porta, não deve ocorrer arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade do SVVIE. Admite-se, no contorno do marco, a ocorrência de danos localizados, tais como fissurações e estilhaçamentos.

1.1.5.1.1 Método de avaliação

Os fechamentos bruscos da porta devem ser realizados segundo a ABNT NBR 15930-2.

- O impacto de corpo mole de 240J deve ser aplicado no centro geométrico da folha de porta, em movimento pendular, considerando um corpo mole de 40kg. No caso de SVVE são aplicados dois impactos, sendo um no sentido de fechamento da porta e outro no sentido de abertura da porta. No caso de SVVI é aplicado um único impacto no sentido de fechamento da porta (devem ser seguidas as orientações da ABNT NBR 11675).

1.1.6 Requisito - Sistemas de Coberturas (SC)

Suportar cargas transmitidas por pessoas e objetos nas fases de montagem ou de manutenção.

1.1.6.1 Critério – Cargas concentradas

As estruturas principal e secundária do sistema de cobertura, quer sejam reticuladas ou treliçadas, devem suportar a ação de carga vertical concentrada de 1kN aplicada na seção mais desfavorável, sem que ocorram falhas ou que sejam superados os seguintes limites de deslocamento (dv) em função do vão (L):

- barras de treliças: $dv \leq L / 350$;
- vigas principais e terças: $dv \leq L / 300$;
- vigas secundárias: $dv \leq L / 180$.

1.1.6.1.1 Métodos de avaliação

Os deslocamentos, sob a ação das cargas concentradas, podem ser determinadas por meio do cálculo estrutural, quando as propriedades dos materiais ou componentes do telhado forem conhecidas ou quando se dispuser de modelos de cálculo, ou por meio da realização de ensaios, conforme detalhado em 1.1.6.1.1.1 e 1.1.6.1.1.2.

1.1.6.1.1.1 Cálculo estrutural

O cálculo dos deslocamentos e da resistência deve ser elaborado com base nas propriedades dos materiais e nas ABNT NBR 6118, ABNT NBR 7190, ABNT NBR 8800, ABNT NBR 9062, ABNT NBR 14762.

1.1.6.1.1.2 Ensaios

Realização de ensaio de tipo, em campo ou em laboratório, nas estruturas principais ou secundárias, incluindo-se todas as ligações, vinculações e acessórios.

1.1.7 Requisito – Solicitações em forros

Possibilitar a fixação de luminárias e outras pequenas cargas de ocupação.

1.1.7.1 Critério – Peças fixadas em forros

Os forros devem suportar a ação da carga vertical correspondente ao objeto que se pretende fixar, adotando-se coeficiente de majoração no mínimo igual a 3,0 para o estado limite último, correspondente à ruptura.

Para as cargas de uso não é admitida a ocorrência de falhas, nem de deslocamentos superiores a 5mm em ensaios realizados conforme o Anexo G deste caderno.

O projeto do forro deve mencionar a carga máxima a ser suportada pelo forro, bem como as disposições construtivas para a fixação de luminárias e outros objetos.

1.1.7.1.1 Método de avaliação

Realização de ensaio de tipo, em laboratório ou em campo, de acordo com o Anexo G deste caderno e verificação da carga máxima conforme manual de uso e operação.

1.1.8 Requisito – Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados

Não sofrer avarias sob a ação de granizo e de outras pequenas cargas acidentais.

1.1.8.1 Critério - Resistência ao impacto

Sob a ação de impactos de corpo duro, o telhado não deve sofrer ruptura ou traspassamento em face da aplicação de impacto com energia igual a 1,0J. É tolerada a ocorrência de falhas superficiais, como fissuras, lascamentos e outros danos, que não impliquem perda de estanqueidade à água do telhado.

1.1.8.1.1 Método de avaliação

Realização de ensaio de tipo, em laboratório ou em campo, de acordo com o Anexo H deste caderno.

VERSO EM BRANCO

ANEXOS A a H

VERSO EM BRANCO

Anexo A

Modelagem matemática do comportamento conjunto para as deformações de serviço

A.1 Princípio

Ensaios destrutivos, com traçado de diagramas de carga x deslocamento, e registros da história do carregamento, conforme indicado na Figura A.1.

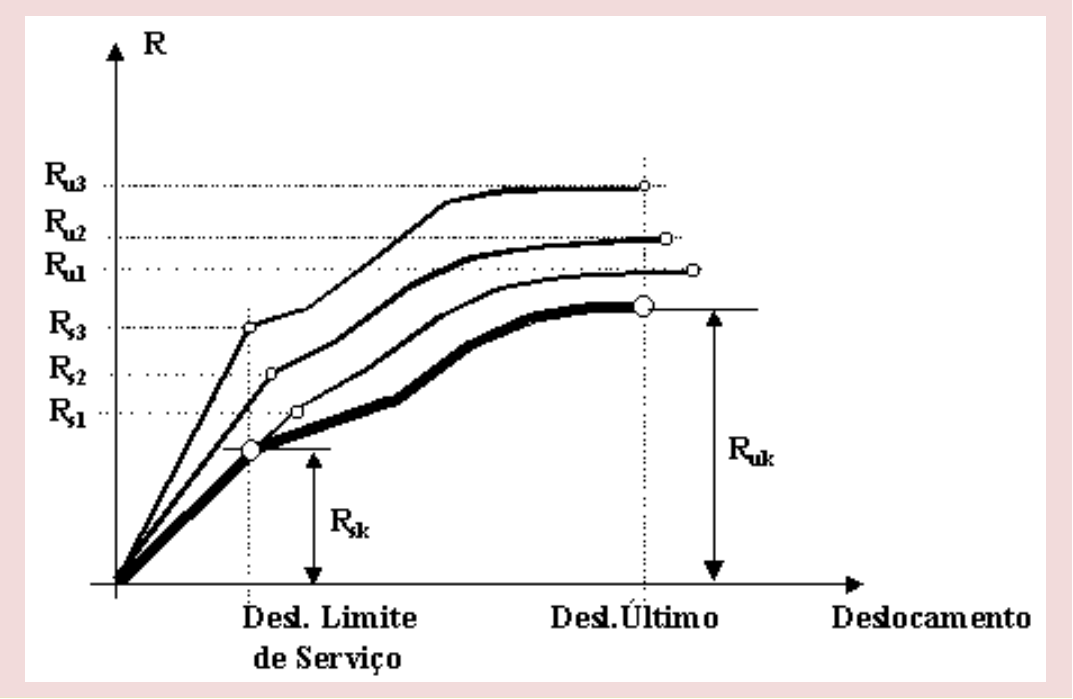


Figura A.1 – Gráfico carga x deslocamento para determinação de Rud e Rsd por meio de ensaios

A.2 Diretrizes

Estabelecer a resistência para a deformação de trabalho para os casos em que não há Norma Brasileira de projeto de sistemas e que não possuem modelagem matemática conhecida e consolidada por experimentação.

A.3 Aparelhagem

Devem ser empregados instrumentos que forneçam medição de centésimos de milímetro e que registrem toda a história de carregamento, principalmente a situação dos pontos e regiões mais solicitados.

A.4 Preparação dos corpos-de-prova

A.4.1 Confeccionar os componentes com os mesmos materiais, procedimentos e controles normais ao processo construtivo a ser adotado no canteiro de obras.

A.4.2 Para elementos estruturais comprimidos, as cargas devem ser aplicadas com excentricidade:

$t/30 \geq 1cm$

onde:

t é igual à menor dimensão do elemento estrutural (normalmente a espessura).

A.4.3 A caracterização dos constituintes A, B, C etc. e o tipo de resistência para a deformação que os caracteriza individualmente podem ser obtidos com a própria realização dos ensaios, examinando-se minuciosamente o comportamento de ruptura do conjunto e sua dependência do comportamento dos materiais individuais.

A.5 Procedimento

A.5.1 Conduzir o ensaio com pelo menos dez etapas de carregamento, com repetição para três modelos geométricos idênticos e em escala real.

A.5.2 Caracterizar os componentes pelas resistências R_{s1}, R_{s2} e R_{s3} , resultados das resistências últimas observadas nos ensaios

A.5.3 Ensaiar conforme as condições de solicitação a que se pretende submeter os sistemas na edificação.

A.5.4 Ordenar as resistências em ordem crescente conforme indicado na Figura 1.

A.6 Expressão dos resultados

A.6.1 Resistência de serviço

A resistência de projeto, com o seu valor já minorado, deve ser :

$R_{sd} = \{R_{s1} – [R_{s3} – R_{s1}/2] \, . \, \xi \} \leq (1 – 0{,}2 \, . \, \xi) \, . \, R_{s1}$

sendo:

$\xi = [(1+\delta_{sA}).(1+\delta_{sB}).(1+\delta_{sC})...]$

onde:

δ_{sA} igual ao coeficiente de variação da resistência do material A, correlativa a R_{Sd};

δ_{sB} igual ao coeficiente de variação da resistência do material B, correlativa a R_{Sd};

δ_{sC} igual ao coeficiente de variação da resistência do material C, correlativa a R_{Sd}.

A.6.2 Casos particulares

Para edificações térreas, onde não seja possível, por motivos técnicos ou de viabilidade econômica, o controle sistemático dos materiais *A*, *B*, *C* etc., permite-se prescindir da obtenção estatística de δ_{sA}, δ_{sB}, δ_{sC} etc., desde que se venha a fixar ξ=1,5.

A.6.3 Comprovação

Os materiais *A*, *B*, *C* etc. devem constituir e reger, de forma majoritária, o comportamento mecânico do componente em análise na composição da resistência R_{Sd}.

Desta forma deve-se comprovar a condição:

$S_d \leq R_{sd}$

com S_d determinado conforme a ABNT NBR 8681.

A.6.4 Validade

Para conservar válida a expressão de R_{Sd}, as resistências médias dos materiais *A*, *B*, *C* etc. devem estar caracterizadas para o ensaio, garantindo-se ainda a homogeneidade do processo de produção dos elementos estruturais, de forma que estas médias sejam mantidas.

A.6.5 Estatísticas

A.6.5.1 A resistência característica assumida para componentes de ligação e ancoragens, quando não existirem normas específicas, deve ser tomada como a correspondente ao quartil inferior de 5 %, ou seja, 95 % dos componentes devem apresentar para as propriedades escolhidas como representativas um valor igual ou acima do característico.

A.6.5.2 Na resistência de cálculo dos componentes de ligação e ancoragens, quando não existirem normas específicas, deve ser considerado um coeficiente de minoração com base na variabilidade dos resultados
de ensaios; este coeficiente, contudo, não deve ser inferior a 2.

A.7 Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações:

- identificação do solicitante;
- identificação do fornecedor;
- identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- desenho do ensaio tipo e sua geometria;
- caracterização dos constituintes;
- data do recebimento da amostra;
- gráficos de carga x deslocamento;
- deslocamentos
- resistências de serviço;
- nível de desempenho
- data do ensaio;
- referência a esta Norma;
- registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios.

ANEXO B

Verificação do comportamento de SVVE sob ação de cargas distribuídas horizontais – Método de ensaio (Adaptado da NBR 5643-1983)

B.1 OBJETIVO

Este anexo estabelece o método para a verificação do comportamento de SVVE quando solicitados por cargas horizontais uniformemente distribuídas.

B.2 APARELHAGEM

B.2.1 A aparelhagem ou dispositivo com o qual se executa o ensaio é o que se segue:

B.2.1.1 Balão plástico inflável

B.2.1.1.1 Deve possuir formato preferencialmente paralelepípedico, com altura de 250mm e tolerância de ± 50mm; comprimento e largura tal que solicite o corpo de prova de maneira mais uniforme possível, admitindo-se para comprimento tolerâncias de -5%, e para largura -10% em relação ao vão e à largura respectivamente do corpo de prova a ser ensaiado.

B.2.1.1.2 Para garantir um melhor contato do balão com a superfície do corpo de prova recomenda-se intercalar balões secundários com comprimento compatível com a altura a ser ensaiada; este expediente aplica-se nos casos em que a superfície da fachada apresenta relevos significativos.

B.2.1.1.3 O balão deve possuir válvulas para a entrada e saída de ar com diâmetros mínimos de 38mm; pelo menos quatro válvulas com diâmetro mínimo de 13mm, as quais devem permitir a interligação do balcão com os manômetros de água com um mínimo de perda de carga possível; estas interligações devem ser distribuídas uniformemente pelo balão.

B.2.1.1.4 A eventual ligação de balões complementares, deve ser efetuada também com válvula de diâmetro mínimo de 38mm.

B.2.2.2. Manômetros

B.2.1.2.1 No mínimo em número de quatro, fixados sobre uma escala graduada, constituídos por tubos transparentes em U, iguais, o que pode ser conseguido pela interligação das hastes verticais dos tubos por uma mangueira.

B.2.1.2.2 Os manômetros devem ter diâmetro interno com cerca de 6mm e estarem completamente cheios; é recomendável também possuir dispositivo para minimizar o efeito de menisco.

B.2.1.3 Apoios

Quando o ensaio for executado em laboratório, o corpo de prova é instalado em um pórtico, de forma a representar as condições características do SVVE. São simuladas as

vinculações na base e no topo do corpo de prova; em geral, no topo é permitida a rotação e na base não.

A estrutura do pórtico deve ser rígida o suficiente para apresentar resistência bem maior que o corpo de prova a ser ensaiado e deslocamento bem menor. São simuladas também condições de continuidade lateral do corpo de prova.

B.2.1.4 Insuflamento de ar

O sistema para insuflamento de ar deve ter dispositivo de comando, que permite fazer com que a coluna d'água no manômetro se desloque à razão de 3mm por segundo, no máximo, de forma a permitir a aplicação das cargas progressivamente e sem golpes.

B.2.1.5 Relógios comparadores

Pelo menos um relógio comparador a ser instalado na região central do corpo de prova, na altura que é previsto o maior deslocamento horizontal. Se houver dúvidas, instalar dois relógios comparadores, um a 0.50h e outro a 0,60h, a partir da base do corpo de prova.

Os relógios devem possuir curso compatível com os deslocamentos previstos, com valor da menor divisão de no mínimo 0,1mm.

B.3 EXECUÇÃO DO ENSAIO

B.3.1 Corpo-de-prova

B.3.1.1 O corpo de prova deve ter comprimento igual ao vão a ser ensaiado; no máximo 25% acima do vão.

B.3.2 Ensaio

B.3.2.1 Medir inicialmente as dimensões do corpo de prova e verificar suas características construtivas e de vinculação.

B.3.2.2 As condições de vinculação devem ser representativas das condições reais, indicadas pelo produtor.

NOTA: Se houver alguma condição de contorno especificada pelo produtor, tal condição deve ser reproduzida.

B.3.2.3 Interligar os manômetros com as válvulas respectivas, enchendo-se com água o outro ramo do tubo U até que transborde, evitando-se a penetração de água na tubulação de interligação do manômetro com o balão.

B.3.2.4 Feitas as ligações e verificadas a não existência de pontos de estrangulamento, iniciar o enchimento do balão; durante a fase inicial não há movimento da água no interior dos manômetros, podendo a velocidade de insuflamento de ar ser qualquer. Ao iniciar-se a descida da coluna de água num dos ramos do manômetro, concomitantemente com o transbordamento de água através do outro ramo, controlar a velocidade conforme 2.1.4.

B.3.2.5 Durante o ensaio, podem ser ouvidos estalos decorrentes da acomodação de componentes, sem que apareçam falhas perceptíveis no corpo de prova. Assim sendo, o ensaio não deve ser interrompido.



B.3.2.6 Ao longo do ensaio, podem surgir falhas, que devem ser anotadas sem paralisar o ensaio, para verificação do estado limite de serviço (fazer mapeamento das falhas apresentadas pelo corpo de prova, registrando as pressões correspondentes).

B.3.2.7 Considerar atingido o final do ensaio, quando for aplicada a carga limite definida ou quando for caracterizado o estado limite último do corpo de prova.

B.4 RESULTADOS

B.4.1 Registrar os valores das pressões aplicadas, os deslocamentos e as falhas observadas.

B.4.2 Registrar deslocamento equivalente ao estado limite de serviço, conforme previsto.

B.4.3 O resultado do ensaio deve consignar o seguinte:

a) a carga uniformemente distribuída limite ou a carga equivalente ao estado limite último, em Pa;

b) a carga uniformemente distribuída relativa ao estado limite de serviço, em Pa, seja com relação à ocorrência de falhas ou com relação aos deslocamentos previstos;

c) desenho do corpo de prova, com detalhes característicos;

d) condições de vinculação adotadas;

d) mapeamento das falhas observadas;

f) idade do corpo-de-prova, particularmente quando forem empregados aglomerantes.

BIBLIOGRAFIA

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Publicação “Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social”. São Paulo, IPT, 1998.

Instruções técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.

NETO, M. F. F.; BERTOLI, S. R.; BARRY, P. J. “DIFERENÇA ENTRE TESTES DE DESEMPENHO ACÚSTICO EM LABORATÓRIO E CAMPO EM PAREDES DE ALVENARIA”, Anais do XXIII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, Salvador, 2010.

ASSOCIATION OF AUSTRALIAN ACOUSTICAL CONSULTANTS, “Guideline for Apartment and Townhouse Acoustic Rating”, 2010.

ANEXO C

Determinação da resistência dos SVVIE às solicitações de peças suspensas – Método de ensaio

C.1 Princípio

Este Anexo especifica um método para determinação da resistência e dos deslocamentos dos *SVVIE* às solicitações de peças suspensas.

C.2 Diretrizes

O ensaio consiste em submeter o *SVVIE* a esforços fletores e de cisalhamento solicitantes, por meio de aparelhagem ou dispositivos de carga compatível com a peça que se pretende ensaiar.

C.3 Aparelhagem

C.3.1 Equipamentos de laboratório

Os equipamentos de laboratório necessários à realização do ensaio são os seguintes:

- número suficiente de pesos de 50N cada;
- régua graduada com resolução de 1,0mm;
- régua metálica indeformável;
- paquímetro ou qualquer outro dispositivo com resolução de 1mm para medir os deslocamenos.

C.3.2 Mão francesa padronizada

No caso de peças suspensas, como armários e prateleiras, empregar mãos-francesas para aplicação do carregamento, como ilustrado na Figura A.1, salvo indicação contrária do fabricante. Nestes casos o dispositivo de aplicação de carga deve ser detalhado, apresentando-se as dimensões das peças e a máxima massa de carregamento, bem como pastilhas utilizadas na mão – francesa, ente outros. Todos os detalhes devem estar apresentados em desenho pertinente.

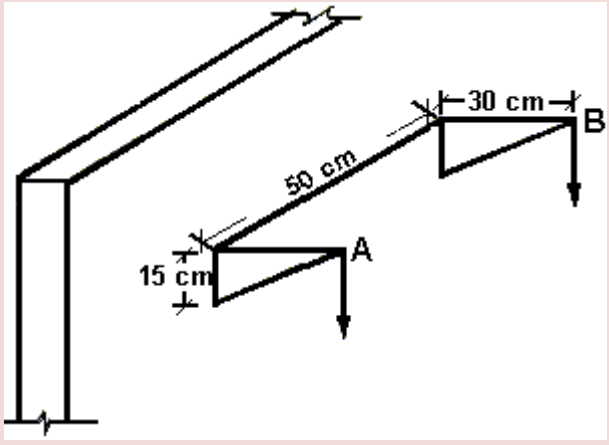


Figura C.1 — Esquema de mão-francesa para ensaios de peças suspensas, como lavatórios e prateleiras

C.3.3 Cantoneira L

Para esses casos, tais como peças suspensas do tipo armários, devem ser adotados os dispositivos preconizados pelo fabricante ou fornecedor.

C.3.4 Dispositivos específicos conforme especificação do fornecedor da peça suspensa

Para esses casos, tais como aparelhos de televisão e aparelhos de ar-condicionado, deve-se adotar os dispositivos preconizados pelo fabricante/fornecedor. Da mesma forma , quando da utilização de mãos francesas especiais (lavatórios, pias etc.), todos os detalhes e dimensões devem ser apresentados em desenho específico.

C.3.5 Cargas faceando a parede

Dispositivo recomendado pelo fabricante ou fornecedor para aplicação de cargas faceando a parede, ou seja, sem excentricidade.

C.4 Preparação do corpo-de-prova

O ensaio de tipo deve ser representativo do *SVVIE*, incluindo todos seus componentes ou dispositivos de fixação, reproduzindo-se através do carregamento a solicitação originada pela peça suspensa.

C.5 Execução do ensaio

C.5.1 Montar o *SVVIE* com os dispositivos em laboratório ou em protótipo, reproduzindo-se as situações de contorno.

C.5.2 Aplicar a carga em patamares de 50N e sem golpes, aguardando-se um intervalo de 3 min entre patamares, e cumprir com o estabelecido a seguir:

- no caso de peças suspensas suportadas por mão-francesa padrão, deve-se elevar o carregamento até a carga de serviço considerada (0,8 kN, 1,0 kN ou 1,2 kN), mantendo-a por um período de 24 h;
- no caso de outros dispositivos de fixação, quando se desconhece a carga de serviço, deve-se elevar o carregamento até a ruptura do *SVVIE* ou arrancamento ou deslocamento – ensaio de curta duração – que produza instabilidade do sistema de fixação, devendo-se registrar os arrancamentos, rupturas ou deslocamentos horizontais da parede ou deslocamentos que criem instabilidade à peça suspensa.

C.5.3 Inspecionar visualmente o *SVVIE* e o dispositivo de fixação.

C.6 Expressão dos resultados

As cargas devem ser indicadas em quilonewtons e os deslocamentos em milímetros.

Informar o momento flexor e as forças de compressão e de tração despertadas nos apoios.

Calcular o coeficiente de segurança para os dispositivos preconizados pelo fabricante ou fornecedor.

C.7 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve apresentar as seguintes informações:

- valor da carga de ruptura em newtons e coeficiente de segurança;
- deslocamentos horizontal d_h e deslocamento horizontal residual d_{hr} do elemento parede, referidos às cargas de serviço;
- deslocamento ou movimentação do sistema de fixação;
- registro de todas as falhas, fissuras e das medidas dos deslocamentos ou movimentações;
- detalhes e descrição do sistema de fixação recomendado pelo fabricante ou fornecedor, incluindo todos os acessórios e componentes do sistema;
- desenho da mão-francesa padronizada, bem como seus componentes de fixação;
- restrições impostas pelo fabricante ou fornecedor sobre a fixação da peça suspensa em determinados locais;
- identificação do fornecedor;
- descrição e memorial do elemento parede;
- referência a este Anexo.

Anexo D

Ensaio de impacto de corpo mole

D.1 Princípio

Corpo com massa e forma conhecidas, abandonado de altura estabelecida, em movimento pendular, que, ao atingir o componente, provoca deslocamentos ou deformações ou rupturas verificáveis.

D.2 Diretrizes

Verificar os deslocamentos ou deformações provenientes do impacto de corpo mole sobre elementos estruturais ou componentes.

D.3 Aparelhagem

Para a realização deste ensaio deve ser empregada a seguinte aparelhagem:

- corpo percussor de impacto, com forma e massa (*m*) definidas na ABNT NBR 11675;
- defletômetros com resolução de 0,1mm;
- estrutura de apoio rígida.

D.4 Preparação dos corpos-de-prova

Confeccionar os elementos com os mesmos materiais, procedimentos e controles normais ao processo.

D.5 Procedimento

Conduzir o ensaio no corpo-de-prova tipo, aplicando energias de impacto indicadas na Tabela D.1.

Tabela D.1 — Massa de corpo mole, altura e energia do impacto

Impacto	m (kg)	h (m)	E (J)
Aplicar um impacto de corpo mole, de acordo com a ABNT NBR 11675, para cada energia	40	0,30	120
	40	0,45	180
	40	0,60	240
	40	0,90	360
	40	1,20	480
	40	1,80	720
	40	2,40	960

D.6 Expressão dos resultados

Medição dos deslocamentos horizontal e vertical (d_h e d_v) e residuais (d_{hr} e d_{vr}), em milímetros, incluindo observação visual das falhas, fissuras, destacamentos e ruínas.

D.7 Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações:

- identificação do solicitante;

- identificação do fornecedor;
- identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- desenho do ensaio tipo e sua geometria;
- caracterização dos constituintes;
- data do recebimento da amostra;
- deslocamentos;
- análise visual;
- fotos;
- nível de desempenho
- data do ensaio;
- referência a esta Norma;
- registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios.

ANEXO E

Verificação da resistência a impactos de corpo duro – Método de ensaio

E.1 Princípio

Esse Anexo estabelece um método para verificação da resistência do *SVVIE* à indentação provocada pelo impacto de corpo duro.

E.2 Diretrizes

Abandono pendular, em repouso, de um corpo de massa conhecida a altura determinada.

E.3 Aparelhagem

A aparelhagem consiste em:

- um corpo percussor de impacto com forma e massa (*m*) estabelecidas na Tabela E.1;
- dispositivo para medição dos deslocamentos com resolução de 0,1mm.

Tabela E.1 — Massa de corpo percussor de impacto, altura e energia de impacto

Corpo percussor de impacto	m (kg)	h (m)	E (J)
Corpo duro de grandes dimensões (esfera de aço) – 10 impactos para cada energia	1 1	1,00 2,00	10 20
Corpo duro de pequenas dimensões (esfera de aço) – 10 impactos para cada energia	0,5 0,5	0,50 0,75	2,5 3,75

E.4 Preparação dos corpos-de-prova

O corpo-de-prova deve representar fielmente as condições do projeto, inclusive tipos de apoio/vinculações.

O ensaio pode ser realizado em laboratório ou em protótipos ou em obras.

E.5 Execução do ensaio

Suspender por um cabo o impactador, abandonando-o em movimento pendular, gerando a energia de impacto indicada na Tabela E.1, até atingir o *SVVIE*. Os impactos são aleatórios (não no mesmo ponto) e deve-se tomar precaução que que não ocorram repiques do corpo percussor sobre o SVVIE.

Registrar os deslocamentos e as eventuais falhas.

E.6 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve apresentar as seguintes informações:

- valor do impacto;
- massa do corpo percussor de impacto;

- registro de todas as falhas, fissuras e das medidas dos deslocamentos ou movimentações;
- detalhes e descrição do sistema de fixação recomendado pelo fabricante ou fornecedor, incluindo todos os acessórios e componentes do sistema;
- identificação do fornecedor;
- descrição e memorial do elemento parede;
- referência a este Anexo.

ANEXO F

Ensaio de impacto de corpo duro

F.1 Princípio

Corpo com massa e forma conhecidas, abandonado de altura estabelecida, em queda livre, que, ao atingir o componente, provoca dano verificável.

F.2 Diretrizes

Verificar os danos provenientes do impacto de corpo duro sobre elementos estruturais ou componentes.

F.3 Aparelhagem

Para a realização deste ensaio deve ser empregada a seguinte aparelhagem:

- ✓ corpo percussor de impacto – esfera de aço maciça com massa de 1kg ± 5 g;
- ✓ corpo percussor de impacto – esfera de aço maciça com massa de 0,5kg ± 2 g;

F.4 Preparação dos corpos-de-prova

Confeccionar os elementos com os mesmos materiais, procedimentos e controles normais ao processo.

F.5 Procedimento

F.5.1 Antes de iniciar o ensaio, aplicar azul de metileno na superfície da camada de acabamento para verificar a existência de danos pré-existentes. Caso a superfície já esteja danificada, deve-se substituir este corpo de prova.

F.5.2 Aplicar os impactos por meio de esferas de aço maciças, no centro de 5 corpos de prova, abandonadas em queda livre, registrando-se os eventuais danos ocorridos. Se necessário, aplicar azul de metileno na região que sofreu impacto para facilitar a visualização do dano ocorrido.

F.5.3 As condições de ensaio relativas às massas do corpo duro (*m*), alturas de queda (*h*) e energias de impacto (*E*) estão apresentadas na Tabela F.1.

Tabela F.1 — Massa de corpo duro, altura e energia do impacto

Impacto	m (kg)	h (m)	E (J)
Aplicar impacto de corpo duro de grandes dimensões (esfera de aço) em 5 corpos de prova para cada energia	1 1 1	1,00 2,00 3,00	10 20 30
Aplicar impacto de corpo duro de pequenas dimensões (esfera de aço) em 5 corpos de prova para cada energia	0,5 0,5 0,5	0,50 0,75 1,00	2,5 3,75 5

F.6 Expressão dos resultados

Observação visual da ocorrência de ruptura total da camada de acabamento no caso das esferas de pequenas dimensões, e das falhas, fissuras, destacamentos e ruínas nos sistema de piso para as esferas de grandes dimensões.

F.7 Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações:

- identificação do solicitante;
- identificação do fornecedor;
- identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- caracterização dos constituintes;
- data do recebimento da amostra;
- análise visual;
- registro fotográfico dos equipamentos e resultados obtidos;
- registro dos eventuais de ruptura, destacamentos, desagregação, fissuras;
- nível de desempenho;
- data do ensaio;
- referência a esta Norma;
- registro sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios.

Anexo G

Determinação da resistência de peças fixadas em forro – Método de ensaio

G.1Princípio

Este Anexo especifica um método de ensaio que consiste em submeter um trecho representativo do forro a uma carga concentrada que simule a instalação de uma luminária, alto-falante ou qualquer outro aparelho suspenso ou fixado no forro.

G.2Aparelhagem

Os acessórios de fixação devem ser exatamente iguais àqueles com que serão instalados no forro, bem como os dispositivos efetivos como as bandejas com tara predeterminada, acopladas aos referidos acessórios para sustentação da carga.
Os contrapesos com massas apropriadas, devem simular os incrementos de carga de forma a obedecer ao disposto em G.4.

Para leitura dos deslocamentos verticais, adotar defletômetro com resolução mínima de décimo de milímetro.

G.3Preparação e preservação das amostras para ensaios e dos corpos-de-prova

O corpo-de-prova deve ser representativo do sistema de cobertura, incluindo todos seus componentes e a forma de aplicação do carregamento, conforme desenho fornecido.

G.4Procedimento

Aplicar a carga em patamares correspondentes a 1/6 da carga de ruptura informada, mantendo-se o carregamento, em cada patamar, durante 10 min.

No final de cada estágio de carregamento, registrar o deslocamento vertical resultante da aplicação da carga.

G.5Expressão dos resultados

Devem ser registradas as cargas aplicadas e, para cada parcela da carga aplicada (1/6, 1/3, e outras), o tempo de atuação da carga e os respectivos registros de eventuais rupturas ou destacamentos de acessórios de fixação, quedas da bandeja ou de contrapesos, ruptura ou fissuração do forro, e outras ocorrências.

G.6Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações:

- identificação do solicitante;
- identificação do fornecedor;
- identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- desenho do ensaio de tipo;
- data do recebimento da amostra;
- carga de ocorrência de falhas, o tipo de falha ocorrida;
- carga de ruptura ou de falência do sistema de fixação;

- deslocamentos verticais
- nível de desempenho;
- data do ensaio;
- referência a esta Norma;
- registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios.

Anexo H

Verificação da resistência ao impacto em telhados – Método de ensaio

H.1 Princípio

Este Anexo especifica um método de ensaio que consiste em submeter um trecho representativo do telhado a impactos de corpo-duro, simulando a ação de granizo, pedras lançadas por crianças e outros.

H.2 Aparelhagem

Esfera de aço maciça, com massa de (65,6 ± 2) g, e suporte para repouso da esfera de forma que ela possa ser abandonada em queda livre a partir das alturas indicadas em H.4.

H.3 Preparação e preservação das amostras para ensaios e dos corpos-de-prova

O corpo-de-prova deve ser representativo do sistema de cobertura, incluindo todos seus componentes e a forma de aplicação do impacto, conforme desenho fornecido.

O corpo-de-prova deve incluir todos os detalhes típicos do sistema de cobertura, tais como declividade, subsistema de apoios dos componentes telhas.

O tamanho do pano é de cinco telhas.

H.4 Procedimento

Aplicar um impacto na posição mais desfavorável no componente telha.

Aplicar a carga de impacto por meio da esfera de aço maciça (diâmetro de 25,4mm) abandonada em queda livre.

As condições de ensaio relativas à massa do corpo-duro (*m*), altura de queda (*h*) e energia de impacto (*E*) estão indicadas na Tabela H.1.

Tabela H.1 – Massa do corpo-duro, altura e energia do impacto

Percussor de impacto	m (g)	H (m)	E (J)
Corpo-duro (esfera de aço maciça)	65,6	1,50 2,30 3,80	1,0 1,5 2,5

H.5 Expressão dos resultados

Para cada energia de impacto especificada (1,0J, 1,5J e 2,5J), registrar a eventual ocorrência de fissuras, lascamentos, desagregações, traspassamento ou outras avarias.

H.6 Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações:

- identificação do solicitante;
- identificação do fornecedor;
- identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- desenho do ensaio de tipo;

- energia de impacto, em joules;
- nível de desempenho;
- data do recebimento da amostra;
- data do ensaio;
- referência a esta Norma;
- registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios.

VERSO EM BRANCO

SEGURANÇA	1	*DESEMPENHO ESTRUTURAL*
	2	**SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO**
	3	SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO
HABITABILIDADE	4	ESTANQUEIDADE
	5	DESEMPENHO TÉRMICO
	6	DESEMPENHO ACÚSTICO
	7	DESEMPENHO LUMÍNICO
	8	SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR
	9	FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE
	10	CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO
SUSTENTABILIDADE	11	DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE
	12	ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

VERSO EM BRANCO

2 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

As ações adotadas para se alcançar uma segurança adequada em uma edificação escolar devem ser coerentes e implantadas de maneira conjunta.

Considerando que a segurança está associada à probabilidade de risco de ocorrência de determinados eventos que proporcionam perigo às pessoas e aos bens, percebe-se que ela pode ser obtida por meio da isenção desses riscos. Dessa forma, pode-se entender a segurança contra incêndio como o conjunto de vários níveis de proteção contra tais riscos.

Pode-se assumir que as categorias básicas de riscos associados ao incêndio resumem-se em: risco de início de incêndio; risco do crescimento do incêndio; risco da propagação do incêndio; risco à vida humana e risco à propriedade. O nível de segurança contra incêndio obtido para uma edificação está diretamente ligado ao controle das categorias de risco, tanto no processo produtivo dessa edificação como na sua utilização.

Adicionalmente, os requisitos funcionais a serem atendidos por uma edificação segura estão ligados à sequência de etapas de um incêndio, as quais se desenvolvem no seguinte fluxo: início do incêndio, crescimento do incêndio no local de origem, combate, propagação para outros ambientes, evacuação da edificação, propagação para outras edificações e ruína parcial e/ou total da edificação.

Estabelecida a sequência de etapas de um incêndio, pode-se considerar que os requisitos funcionais atendidos pelas edificações consistem em:

a) dificultar a ocorrência do princípio de incêndio;

b) ocorrido o princípio de incêndio, dificultar a ocorrência da inflamação generalizada[1] do ambiente;

c) possibilitar a extinção do incêndio no ambiente de origem, antes que a inflamação generalizada ocorra;

d) instalada a inflamação generalizada no ambiente de origem do incêndio, dificultar a propagação do mesmo para outros ambientes;

e) permitir a fuga dos usuários da edificação;

f) dificultar a propagação do incêndio para edificações adjacentes;

g) manter a edificação íntegra, sem danos, sem ruína parcial e/ou total;

h) permitir operações de natureza de combate ao fogo e de resgate/salvamento de vítimas.

Para o requisito em questão, as exigências apresentadas nesse caderno tem como base:

1 Inflamação superficial num mesmo instante de todos os materiais combustíveis, contidos no ambiente, submetidos à uma radiação.



- baixa probabilidade de início de incêndio;
- alta probabilidade dos usuários sobreviverem sem sofrer qualquer injúria;
- reduzida extensão de danos à propriedade e à vizinhança imediata ao local de origem do incêndio.

2.1 REQUISITO – DIFICULTAR O PRINCÍPIO DE INCÊNDIO

Tal requisito é viabilizado por meio de adoção de premissas para o projeto e para a construção das edificações escolares, envolvendo critérios, a saber.

2.1.1 Critérios para dificultar os princípios de incêndio

2.1.1.1 Proteção contra descargas atmosféricas

Os sistemas de proteção contra descargas atmosféricas devem ser concebidos conforme premissas estabelecidas na ABNT NBR 5419 e demais regulamentações vigentes.

2.1.1.2 Proteção contra riscos de ignição nas instalações elétricas

As instalações elétricas escolas devem obedecer ao disposto na ABNT NBR5410 e demais regulamentações aplicáveis.

2.1.1.3 Proteção contra risco de vazamentos nas instalações de gás

O projeto e a execução de instalação de gás liquefeito de petróleo devem atender a ABNT NBR13523 e ABNT NBR15526.

2.1.1.4 Métodos para avaliação da segurança contra princípio de incêndio

O atendimento ao requisito citado no item 2.1 deve ser providenciado por meio de análise de projetos e inspeção em campo, quando possível.

2.1.1.5 Premissas de projeto

Para ambientes enclausurados, as redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações escolares deve-se atender ao estabelecido na ABNT NBR15526 e demais normas brasileiras pertinentes.

2.2 REQUISITO – FACILITAR A FUGA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

O requisito em questão tem a finalidade de viabilizar a fuga dos usuários, de maneira ordenada e segura, preservando a vida humana.

2.2.1 Critério – Rotas de fuga

As rotas de fuga e saídas de emergência das edificações escolares devem atender ao disposto na ABNT NBR 9077.

2.2.2 Método de avaliação

O atendimento ao requisito citado no item 2.2 deste caderno, deve ser providenciado por meio de análise de projetos e inspeção em campo, quando possível.

2.3 Requisito – Dificultar a inflamação generalizada - Piso

Tal requisito tem como finalidade de evitar com que todos os materiais combustíveis existentes num determinado ambiente, quando submetidos à uma radiação, inflamem-se num mesmo instante. Trata-se da reação ao fogo que os materiais combustíveis apresentam quando em processo de combustão. O requisito aqui explicitado aplica-se a materiais de revestimento, acabamento, de isolamento térmico e de absorção acústica empregados na face interna dos sistemas ou elementos que compõem as edificações escolares e devem ter as características de propagação de chamas e de desenvolvimento de fumaça controladas, de forma a atender aos requisitos referentes a pisos.

2.3.1 Critério – Avaliação da reação ao fogo da face inferior do sistema de piso

A face inferior dos sistemas de pisos (camada estrutural) deve classificar-se como:

a) I ou II A, quando estiverem associadas a espaços de cozinha e/ou cocção;

b) I, II A ou III A quando estiverem associados aos módulos pedagógico, laboratório, alojamento de professores e de alunos, pátio coberto, quadra coberta, anfiteatro, playground, módulo terra, módulo multiuso e módulo de serviços;

c) I, II A, III A ou IVA quando estiverem associadas ao módulo administrativo.

Os materiais empregados nas camadas do sistema de piso no meio dos entrepisos (miolo), desde que protegidos por barreiras incombustíveis que não se desagreguem em situação de incêndio, ou que contenham juntas através das quais o miolo possa ser afetado, devem classificar-se como I, II A ou III A. Estas classificações constam da Tabela 1 ou da Tabela 2, de acordo com o método de avaliação previsto.

Tabela 1 – Classificação dos materiais que compõem as camadas do sistema de piso (camada estrutural) tendo como base o método ABNT NBR 9442.

Método de ensaio / Classe		ISO 1182	NBR 9442	ASTM E 662
I		Incombustível $\Delta T \leq 30°C$ $\Delta m \leq 50\%$ $t_f \leq 10s$	-	-
II	A	Combustível	Ip < 25	Dm <450
	B	Combustível	Ip <25	Dm >450
III	A	Combustível	25< Ip<75	Dm <450
	B	Combustível	25< Ip <75	Dm >450
IV	A	Combustível	75 < Ip < 150	Dm <450
	B	Combustível	75 < Ip < 150	Dm >450
V	A	Combustível	150< Ip <400	Dm <450
	B	Combustível	150< Ip <400	Dm >450
VI		Combustível	Ip > 400	-

NOTAS:
ΔT = variação da temperatura no interior do forno
Δm = Variação da massa do corpo de prova
t_f = Tempo de flamejamento do corpo de prova

Tabela 2 - Classificação do sistema de piso (camada estrutural), tendo como base o método EN 13823

Método de ensaio Classe		ISO 1182	EN 13823 (SBI)	EN ISO 11925-2 (exp. = 30 s)
I		Incombustível $\Delta T \leq 30°C$ $\Delta m \leq 50\%$ $t_f \leq 10s$	-	-
II	A	Combustível	FIGRA ≤ 120 W/s LSF < canto do corpo-de-prova THR600s ≤ 7,5 MJ SMOGRA ≤ 180 m²/s ² e TSP600s ≤ 200 m²	FS ≤ 150mm em 60 s
	B	Combustível	FIGRA ≤ 120 W/s LSF < canto do corpo-de-prova THR600s ≤ 7,5 MJ SMOGRA > 180 m²/s ² ou TSP600s > 200 m²	FS ≤ 150mm em 60 s
III	A	Combustível	FIGRA ≤ 250 W/s LSF < canto do corpo-de-prova THR600s ≤ 15 MJ SMOGRA ≤ 180 m²/s ² e TSP600s ≤ 200 m²	FS ≤ 150mm em 60 s
	B	Combustível	FIGRA ≤ 250 W/s LSF < canto do corpo-de-prova THR600s ≤ 15 MJ SMOGRA > 180 m²/s ² ou TSP600s > 200 m²	FS ≤ 150mm em 60 s
IV	A	Combustível	FIGRA ≤ 750 W/s SMOGRA ≤ 180 m²/s ² e TSP600s ≤ 200 m²	FS ≤ 150mm em 60 s
	B	Combustível	FIGRA ≤ 750 W/s SMOGRA > 180 m²/s ² ou TSP600s > 200 m²	FS ≤ 150mm em 60 s
V	A	Combustível	FIGRA > 750 W/s SMOGRA ≤ 180 m²/s ² e TSP600s ≤ 200 m²	FS ≤ 150mm em 20 s
	B	Combustível	FIGRA > 750 W/s SMOGRA > 180 m²/s ² ou TSP600s > 200 m²	FS ≤ 150mm em 20 s
VI		-	-	FS > 150mm em 20 s

NOTAS:

FIGRA – Índice da taxa de desenvolvimento de calor;

LFS – Propagação lateral da chama;

THR600s – Liberação total de calor do corpo-de-prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas;

TSP600s – Produção total de fumaça do corpo-de-prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas;

SMOGRA – Taxa de desenvolvimento de fumaça, correspondendo ao máximo do quociente de produção de fumaça do corpo-de-prova e o tempo de sua ocorrência;

FS – Tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150mm indicada na face do material ensaiado.

2.3.1.1 Método de avaliação

O enquadramento dos materiais na primeira categoria (I, Incombustíveis) é feito com base no método de ensaio ISO 1182 - Buildings materials - non-combustibility test, conforme classificação dos materiais de acordo com a Tabela 1 ou Tabela 2 .

O método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base é a ABNT NBR 9442 –Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante – Método de ensaio", conforme classificação dos materiais de acordo com a Tabela 1.

Caso na execução do ensaio pelo método ABNT NBR 9442 se verifique alguma das situações a seguir relacionadas, considera-se o método não apropriado:

- quando ocorre derretimento ou o material sofre retração abrupta afastando-se da chama-piloto;
- quando o material é composto por miolo combustível protegido por barreira incombustível que pode se desagregar em situação de incêndio ou que contenham juntas através das quais o miolo possa ser afetado;
- materiais compostos por diversas camadas de materiais combustíveis apresentando espessura total superior a 25mm;
- materiais que na instalação conformam juntas através das quais, especialmente, o fogo pode propagar ou penetrar;

Nos casos relacionados acima, a classificação das camadas do sistema de piso (camada estrutural) deve ser feita de acordo com o padrão indicado na Tabela 2. Nestes casos o método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base é a norma EN 13823 – Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item (SBI). Este método não se aplica à avaliação da camada de acabamento.

2.3.2 Critério – Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso

A face superior do sistema de piso, compostos pela camada de acabamento incluindo todas as camadas subsequentes que podem interferir no comportamento de reação ao fogo, deve classificar-se como:

a) I ou II A, quando estiverem associadas a espaços de cozinha e/ou cocção, módulo pedagógico, laboratório, alojamento de professores e de alunos, pátio coberto, quadra coberta, anfiteatro, playground, módulo terra, módulo multiuso e módulo de serviços;

b) I, II A ou III A quando estiverem associadas ao módulo administrativo.

Estas classificações constam da Tabela 3.

Tabela 3 – Classificação da camada de acabamento incluindo todas as camadas subsequentes que podem interferir no comportamento de reação ao fogo da face superior do sistema de piso

Método de ensaio Classe		ISO 1182	NBR 8660	EN ISO 11925-2 (exp. = 15 s)	ASTM E 662
I		Incombustível $\Delta T \leq 30°C$ $\Delta m \leq 50\%$ $t_f \leq 10s$	-	-	
II	A	Combustível	Fluxo crítico ≥ 8,0 kW/m²	FS ≤ 150mm em 60 s	Dm ≤ 450
	B	Combustível	Fluxo crítico ≥ 8,0 kW/m²	FS ≤ 150mm em 60 s	Dm > 450
III	A	Combustível	Fluxo crítico ≥ 4,5 kW/m²	FS ≤ 150mm em 60 s	Dm ≤ 450
	B	Combustível	Fluxo crítico ≥ 4,5 kW/m²	FS ≤ 150mm em 60 s	Dm > 450
IV	A	Combustível	Fluxo crítico ≥ 3,0 kW/m²	FS ≤ 150mm em 60 s	Dm ≤ 450
	B	Combustível	Fluxo crítico ≥ 3,0 kW/m²	FS ≤ 150mm em 60 s	Dm > 450
V	A	Combustível	Fluxo crítico < 3,0 kW/m²	FS ≤ 150mm em 20 s	Dm ≤ 450
	B	Combustível	Fluxo crítico < 3,0 kW/m²	FS ≤ 150mm em 20 s	Dm > 450
VI		-	-	FS > 150mm em 20 s	-

2.3.2.1 Método de avaliação

O enquadramento da camada de acabamento, incluindo todas as camadas subsequentes, que podem interferir no comportamento de reação ao fogo, na primeira categoria I (incombustíveis) é feita com base no método de ensaio ISO 1182 - Buildings materials - non-combustibility test, conforme a Tabela 3.

O método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base da avaliação da camada de acabamento, incluindo todas as camadas subsequentes que podem interferir no comportamento de reação ao fogo, composta por materiais combustíveis é a ABNT NBR 8660 “Revestimento de piso - Determinação da densidade critica de fluxo de energia térmica”, complementado pelos métodos ISO 11925-2 – Reaction to fire tests – Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single-flame source test e ASTM E662 – Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials, conforme a Tabela 3.

2.4 REQUISITO – DIFICULTAR A PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO, DA FUMAÇA E PRESERVAR A ESTABILIDADE ESTRUTURAL DA EDIFICAÇÃO

2.4.1 Critério – Resistência ao fogo de elementos de compartimentação entre ambientes e elementos com ou sem função estrutural associados

Os sistemas ou elementos de vedação entre ambientes, compostos ou não por elementos estruturais associados, que integram as edificações escolares, devem atender critérios de resistência ao fogo visando controlar os riscos de propagação do incêndio e de fumaça, de comprometimento da estabilidade estrutural da edificação escolar como um todo ou de parte dela em situação de incêndio. O valor de resistência ao fogo deve ser de 30 minutos. Este é definido em função do tipo de ocupação (escolar), considerando-se edificações térreas com altura de até 6m.

2.4.1.1 Método de avaliação

A resistência ao fogo de elementos de compartimentação entre ambientes e elementos estruturais associados deve ser comprovada de uma das seguintes maneiras:

- Por meio de ensaios realizados conforme a ABNT NBR 5628 ou ABNT NBR 10636;
- Por meio de avaliação técnica, tendo em conta resultados de ensaios de tipo previamente realizados;
- Para elementos estruturais de concreto, por meio do método tabular estabelecido na ABNT NBR 15200;
- Por meio de métodos analíticos segundo as ABNT NBR 15200 (para estruturas de concreto) ou ABNT NBR 14323 (para estruturas de aço ou mistas de aço e concreto);
- Para outras estruturas deve-se utilizar o EUROCODE correspondente atualizado.

2.5 REQUISITO – DIFICULTAR A INFLAMAÇÃO GENERALIZADA – SISTEMAS DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA E EXTERNA

Tal requisito tem como finalidade de evitar com que todos os materiais combustíveis existentes num determinado ambiente, quando submetidos à uma radiação, inflamem-se num mesmo instante. Trata-se da reação ao fogo que os materiais combustíveis apresentam quando em processo de combustão.

O requisito aqui explicitado aplica-se a materiais de revestimento, acabamento e de isolamento termoacústico empregados na face interna dos sistemas ou elementos que compõem as edificações escolares e devem ter as características de propagação de chamas e de desenvolvimento de fumaça controladas, de forma a atender aos requisitos referentes sistemas de vedação vertical interna e externa.

2.5.1 Critério - Avaliação da reação ao fogo da face interna dos sistemas de vedações verticais e respectivos miolos isolantes térmicos e absorventes acústicos

As superfícies internas das vedações verticais externas (fachadas) e ambas as superfícies das vedações verticais internas devem classificar-se como:

a) I ou II A quando estiverem associadas a espaços de cozinha e/ou cocção, módulos pedagógicos, laboratório, alojamento de professores e de alunos, pátio coberto, quadra coberta, anfiteatro, playground, módulo terra, módulo multiuso e módulo de serviços

b) I , II A ou III A quando estiverem associadas ao módulo administrativo.

Os materiais empregados no meio das paredes (miolo), sejam externas ou internas, devem classificar-se como I, II A ou III A. Estas classificações constam da Tabela 1 ou da Tabela 2, de acordo com o método de avaliação previsto.

2.5.1.1 Método de avaliação

O método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base da avaliação dos materiais empregados nas vedações verticais é o ABNT NBR 9442 –Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante – Método de ensaio", conforme classificação dos materiais de acordo com a Tabela 1. Entretanto para as situações mencionadas a seguir este método não é apropriado:

a) quando ocorre derretimento ou o material sofre retração abrupta afastando-se da chama-piloto;

b) quando o material é composto por miolo combustível protegido por barreira incombustível ou que pode se desagregar;

c) materiais compostos por diversas camadas de materiais combustíveis apresentando espessura total superior a 25mm;

d) materiais que na instalação conformam juntas através das quais, especialmente, o fogo pode propagar ou penetrar;

Nestes casos listados acima a classificação dos materiais deve ser feita de acordo com o padrão indicado na Tabela 2. Neste caso o método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base da avaliação dos materiais empregados nas vedações verticais é o EN 13823 – Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item (SBI). Os ensaios para avaliação dos materiais devem considerar a maneira como são aplicados na edificação. Caso o material seja aplicado sobre substrato combustível, este deverá ser incluído no ensaio. Caso o material seja aplicado a um substrato incombustível, o ensaio poderá ser realizado ultilizando-se substrato de placas de fibro-cimento com 6mm de espessura.

2.6 REQUISITO - DIFICULTAR A PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO – SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA E EXTERNA

2.6.1 Critério - Avaliação da reação ao fogo da face externa das vedações verticais que compõem a fachada

As superfícies externas das paredes externas (fachadas) devem classificar-se como I ou II B. Estas classificações constam da Tabela 1 ou da Tabela 2, de acordo com o método de avaliação previsto.

2.6.1.1 Método de avaliação

Igual ao método descrito em 2.5.1.1.

2.7 REQUISITO – DIFICULTAR O RISCO DE INFLAMAÇÃO GENERALIZADA – SISTEMA DE COBERTURA

Tem como objetivo dificultar a ocorrência da inflamação generalizada no ambiente de origem do incêndio.

Considerando-se que diversos componentes e instalações podem ser alojados nos entre-forros e áticos, especial atenção deve ser dada aos requisitos relativos à proteção contra descargas atmosféricas, instalações elétricas e instalações de gás, em atendimento ao estabelecido nos itens 2.1.1.1, 2.1.1.2 e 2.1.1.3 deste caderno.

2.7.1 Critério – Propagação superficial de chamas das faces interna e externa do sistema de cobertura

Para dificultar o risco de inflamação generalizada, a face interna do sistema de cobertura (tetos, telhas, subcoberturas, forros, materiais de revestimento, acabamento, isolamento termoacústico ou outros, conforme o caso), deve enquadrar-se nas classes I ou II A, conforme metodologia descrita no item 2.5.1 deste caderno.

A face externa do sistema de cobertura deve enquadrar-se nas classes I, II A ou II B conforme metodologia descrita no item 2.5.1 deste caderno.

2.7.2 Critério – Avaliação da reação ao fogo da face externa do Sistema de Cobertura das edificações

Quando da impossibilidade da aplicação da metodologia mencionada no item 2.7.1, a face externa do sistema de cobertura deve satisfazer aos critérios abaixo descritos conforme método de ensaio citado em 2.7.2.1, considerando-se um corpo-de-prova representativo do real com dimensões padrões de 800mm de largura por 1800mm de comprimento (Figura 1).

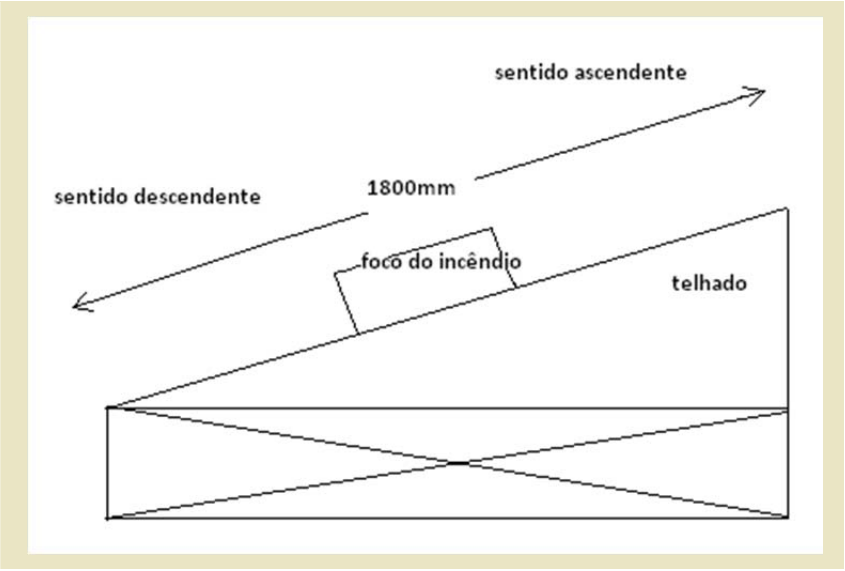


Figura 1 - Esquema Ilustrativo com indicação dos sentidos ascendente e descendente da propagação de chamas

Os critérios para atendimento às exigências de propagação de chama, aberturas, desprendimento de material, abrasamento, etc., são:

- Propagação de chama interna e externa no sentido ascendente deve ser inferior a 700mm;



- Propagação de chama interna e externa no sentido descendente deve ser inferior a 600mm;
- Comprimento máximo interno e externo queimado deve ser inferior a 800mm;
- Ocorrências de aberturas isoladas na cobertura devem ser inferiores ou igual a 25mm²;
- Soma de todas as aberturas na cobertura deve ser inferior a 4500mm²;
- Propagação lateral não deve alcançar as extremidades do corpo-de-prova;
- Não deve ocorrer o desprendimento de gotas ou partículas em chamas;
- Não deve ocorrer a penetração de partículas em chamas no interior do sistema;
- Não deve ocorrer abrasamento interno do material da cobertura.

2.7.2.1 Método de avaliação

O método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base da avaliação dos materiais empregados na face externa do sistema de cobertura é o ABNT NBR 9442 –Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante – Método de ensaio", conforme mencionado em 2.5.1.1.

Entretanto, para as situações abaixo mencionadas o método segundo ABNT NBR 9442 não é apropriado.

- quando ocorre derretimento ou o material sofre retração abrupta afastando-se da chama-piloto;
- quando o material é composto por miolo combustível protegido por barreira incombustível ou que pode se desagregar;
- materiais compostos por diversas camadas de materiais combustíveis apresentando espessura total superior a 25mm;
- materiais que na instalação conformam juntas através das quais, especialmente, o fogo pode propagar ou penetrar.

Deve-se, então, adotar o **Método 1** da norma ENV 1187:2002 - *Test method for external fire performance to roofs*.

No caso da metodologia de ensaio da norma ENV 1187:2002, os corpos-de-prova devem ser representativos da cobertura e avaliados nas declividades de 15° e 45°. Os ensaios realizados na declividade de 15° aplicam-se a telhados com declividade inferior a 20° e os ensaios realizados com declividade de 45° aos telhados com declividade superior ou igual a 20°.

2.7.3 Premissas para projeto

No projeto deve constar a classe que o sistema de cobertura atende, considerando os critérios estabelecidos nos itens 2.7.1 ou 2.7.2 deste caderno.

2.8 Requisito – Resistência ao fogo das estruturas do sistema de cobertura

2.8.1 Critério – Resistência ao fogo das estruturas do sistema de cobertura

A resistência ao fogo da estrutura principal do sistema de cobertura deve atender às exigências da ABNT NBR 14432.

Para ambientes conjugados (paredes de geminação) o projeto do sistema de cobertura deve prever, no interior do ático, elementos dispostos à formar paredes que se elevem até a face inferior do telhado (oitões). Estes devem atender ao mesmo tempo requerido de resistência ao fogo das paredes, isto é, 30 minutos.

2.8.1.1 Método de avaliação

A resistência ao fogo dos componentes é comprovada em ensaios realizados conforme a ABNT NBR 5628. A comprovação do atendimento ao critério pode também ser feita por meio de avaliação técnica, atendendo às exigências da ABNT NBR 14432, ou com base em resultados de ensaios de tipo previamente realizados, ou por métodos analíticos segundo as ABNT NBR 15200 (para estruturas de concreto), ou ABNT NBR 14323 (para estruturas de aço ou mistas de aço e concreto).

2.9 Requisito – Visibilidade em situação de incêndio

Possibilitar a fuga dos ocupantes em situações de incêndio sem que ocorra dificuldades visuais nas rotas de fuga.

2.9.1 Critério – Densidade ótica da fumaça

Conforme mencionado no item 2.7.1, a face interna do sistema de cobertura (tetos, telhas, subcoberturas, forros, materiais de revestimento, acabamento, isolamento termoacústico ou outros, conforme o caso), deve enquadrar-se nas classes I ou II A conforme metodologia descrita no item 2.5.1 deste caderno.

A classe I estabelece que o(s) material(is) constituinte do sistema de cobertura são incombustíveis, quando ensaiados conforme a norma ISO 1182 e não desenvolvem fumaça.

A classe II A, denota que o índice de densidade ótica máxima de fumaça (Dm) é de 450.

2.10 Requisito – Sistema de extinção e sinalização de incêndio

Tem como finalidade providenciar proteção da vida humana e do patrimônio, por meio da disponibilização de sistemas de extinção e de sinalização.

2.10.1 Critério – Equipamentos de extinção, sinalização e iluminação de emergência

A edificação escolar deve prover sistemas de sinalização, iluminação de emergência e equipamentos de extinção de incêndio, conforme ABNT NBR10898, ABNT NBR12693, ABNT NBR13434, NBR13714 e ABNT NBR13414, bem como legislações vigentes nas instâncias federal, estadual e municipal.

2.10.1.1 Método de Avaliação

Análise do projeto ou inspeção em obra.

VERSO EM BRANCO

SEGURANÇA	1	DESEMPENHO ESTRUTURAL
	2	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
	3	**SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO**
HABITABILIDADE	4	ESTANQUEIDADE
	5	DESEMPENHO TÉRMICO
	6	DESEMPENHO ACÚSTICO
	7	DESEMPENHO LUMÍNICO
	8	SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR
	9	FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE
	10	CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO
SUSTENTABILIDADE	11	DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE
	12	ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

VERSO EM BRANCO

3 SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO

A segurança no uso e na operação dos sistemas e componentes da edificação deve ser considerada em projeto, especialmente as que dizem respeito a agentes agressivos (exemplo: proteção contra queimaduras e pontos e bordas perfurantes e/ou cortantes).

3.1 REQUISITO – SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Assegurar que tenham sido tomadas medidas de segurança aos usuários da edificação.

3.1.1 Critério – Segurança na utilização dos sistemas

Os sistemas não devem apresentar:

- rupturas, instabilizações, tombamentos, explosões ou quedas que possam colocar em risco a integridade física dos ocupantes ou de transeuntes nas imediações do imóvel;
- partes expostas cortantes ou perfurantes;
- deformações e defeitos acima dos limites especificados neste caderno de requisitos e critérios para edificações escolares.

3.1.2 Premissas de projeto

Devem ser previstas no projeto e na execução formas de minimizar, durante o uso da edificação:

- queda de pessoas em altura: telhados, áticos, lajes de cobertura e quaisquer partes elevadas da construção;
- acessos não controlados a locais com probabilidade de quedas;
- queda de pessoas em função de irregularidades nos pisos, rampas e escadas, por não conformidade às especificações contidas neste caderno;
- ferimentos provocados por ruptura de subsistemas ou componentes, resultando em partes cortantes ou perfurantes;
- ferimentos ou contusões em função da operação das partes móveis de componentes, como janelas, portas, alçapões e outros;
- ferimentos ou contusões em função do descolamento e da projeção de materiais ou componentes a partir das coberturas e das fachadas;
- ferimentos ou contusões em função do destacamento e quedas de tanques de lavar, pias, lavatórios, e de componentes ou equipamentos normalmente fixáveis em paredes;
- ferimentos ou contusões em função de explosão resultante de vazamento ou de confinamento de gás combustível.

3.2 REQUISITO – SEGURANÇA DAS INSTALAÇÕES

Evitar a ocorrência de ferimentos ou danos aos usuários, em condições normais de uso.

3.2.1 Critério Segurança na utilização das instalações

As instalações do sistema de proteção de descarga atmosférica, distribuição de gás liquefeito de petróleo, fornecimento de energia elétrica (baixa tensão), fornecimento de água de abastecimento e de esgotamento hidro sanitário, devem atender às respectivas normas prescritivas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e especificações contempladas neste caderno de requisitos e critérios para edificações escolares.

3.2.1.1 Método de avaliação

A avaliação para os critérios descritos em 3.1.1 e 3.2.1 é realizada por meio da análise do projeto e/ou inspeção em protótipo ou edificações já construídas.

3.3 REQUISITO – COEFICIENTE DE ATRITO DA CAMADA DE ACABAMENTO - PISO

Tornar segura a circulação dos usuários, evitando escorregamentos e quedas.

O coeficiente de atrito é definido como sendo uma propriedade intrínseca da interface dos materiais que estão em contato; esta por sua vez depende da micro e macro rugosidades destes materiais, das forças (inter e intra moleculares) de repulsão e atração, e ainda de suas propriedades visco-elásticas. Portanto, fatores como área de contato, tempo de contato antes da ocorrência do movimento, velocidade do movimento, ou ainda pressão entre os materiais, representam elementos de influência no coeficiente de atrito.

A resistência ao escorregamento não é uma característica intrínseca do material da superfície, além de não ser uma constante em todas as condições de utilização, uma vez que esta depende de uma série de fatores relacionados como: o material empregado, tipo de solado que caminha sobre o mesmo, meio físico entre o solado e a superfície do produto e a forma como o usuário interage com a superfície durante seu uso. Nenhuma destas variáveis pode ser responsabilizada isoladamente pela resistência ao escorregamento.

As superfícies rugosas podem apresentar maior resistência ao escorregamento, porém, por serem mais ásperas não são de fácil manutenção e limpeza.

Recomenda-se que, durante a especificação da camada de acabamento, o especificador consulte o fornecedor para auxiliar na escolha do produto adequado, principalmente para as condições de maior risco como áreas sujeitas à ação da água, rampas, escadas e terraços.

3.3.1 Critério – Coeficiente de atrito dinâmico

A camada de acabamento dos sistemas de pisos da edificação deve apresentar coeficiente de atrito dinâmico maior ou igual a 0,4.

3.3.1.1 Método de avaliação

Realização de ensaio de acordo com o estabelecido no Anexo N da ABNT NBR 13818, na condição projetada de uso (molhada ou seca).

3.4 Requisito – Segurança na circulação - Piso

Prevenir lesões em seus usuários, provocadas por quedas decorrentes de irregularidades localizadas.

3.4.1 Critério – Irregularidades abruptas

As irregularidades abruptas da camada de acabamento do piso, consideradas em relação a uma régua de 20cm de comprimento, devem limitar-se a 2mm.

Para todas as áreas, exceto áreas técnicas (cozinha, sala de energia, sala de telefonia, etc) deve ser atendida a ABNT NBR 9050.

3.4.1.1 Método de avaliação

Análise do projeto ou do piso da edificação, no qual estão contempladas juntas ou quaisquer outros componentes que o integrem.

3.4.2 Critério – Frestas - Piso

Os sistemas de pisos não podem apresentar abertura máxima de frestas (ou juntas sem preenchimento), entre componentes do piso, maior que 4mm, excetuando-se o caso de juntas de movimentação em ambientes externos.

3.4.2.1 Método de avaliação

Análise do projeto ou de protótipo do sistema de piso que inclua as juntas entre seus componentes.

3.5 Requisito – Segurança no contato direto - Piso

Prevenir lesões em seus usuários, provocadas pelo contato direto de partes do corpo com a superfície do sistema de piso.

3.5.1 Critério – Arestas contundentes

A superfície do sistema de piso não pode apresentar ou liberar fragmentos perfurantes ou contundentes, em condições normais de uso e manutenção, incluindo as atividades de limpeza. Da mesma forma as arestas devem apresentar-se niveladas, de modo a evitar perfurações, cortes e qualquer outro dano ao usuário.

3.5.1.1 Método de avaliação

Análise de projeto ou do sistema de piso da edificação que inclua as juntas entre seus componentes.

3.6 Requisito – Risco de choques elétricos e queimaduras em sistemas de equipamentos de aquecimento e em eletrodomésticos ou eletroeletrônicos

Evitar queimaduras e choques elétricos quando em operação e uso normal.

3.6.1 Critério – Aterramento das instalações, dos aparelhos aquecedores, dos eletrodomésticos e dos eletroeletrônicos

Todas as tubulações, equipamentos e acessórios elétricos do sistema hidrossanitário devem ser direta ou indiretamente aterrados conforme ABNT NBR 5410.

3.6.1.1 Método de avaliação

Verificação do projeto.

3.6.2 Critério – Corrente de fuga em equipamentos

Os equipamentos devem atender ao disposto na ABNT NBR 12090 e ABNT NBR 14016, limitando-se à corrente de fuga, para outros aparelhos, em 15mA.

3.6.2.1 Método de avaliação

Os equipamentos, quando ensaiados, devem atender às ABNT NBR 12090 e ABNT NBR 14016.

Demais equipamentos, quando ensaiados, não devem exceder 15mA, medidos no local.

3.6.3 Critério – Dispositivos de segurança em aquecedores elétricos de acumulação

Os aparelhos elétricos de acumulação utilizados para o aquecimento de água devem ser providos de dispositivo de alívio para o caso de sobrepressão e também de dispositivo de segurança que corte a alimentação de energia em caso de superaquecimento.

3.6.3.1 Método de avaliação

Verificação da existência do dispositivo de alívio de pressão na especificação do aparelho.

3.7 Requisito – Risco de explosão, queimaduras ou intoxicação por gás

Não apresentar riscos de explosão ou intoxicação, aos usuários, durante o uso.

3.7.1 Critério – Dispositivos de segurança em aquecedores de acumulação a gás

Os aparelhos de acumulação a gás, utilizados para o aquecimento de água devem ser providos de dispositivo de alívio para o caso de sobrepressão e também de dispositivo de segurança que corte a alimentação do gás em caso de superaquecimento.

3.7.1.1 Método de avaliação

Verificação da existência do dispositivo de alívio de sobrepressão e do dispositivo de segurança na especificação do aparelho, conforme ABNT NBR 10540 e indicado no projeto.

Verificação na etiqueta ou no folheto do aquecedor das características técnicas do equipamento para certificar o limite de temperatura máxima.

3.7.2 Critério – Instalação de equipamentos a gás combustível

O funcionamento do equipamento instalado em ambientes escolares deve ser feito de maneira que a taxa máxima de CO_2 não ultrapasse o valor de 0,5%.

3.7.2.1 Método de avaliação

Verificação dos detalhes construtivos por meio da análise do projeto arquitetônico e de inspeção da edificação, quanto ao atendimento às ABNT NBR 13103, NR-13 e ABNT NBR 14011.

3.8 REQUISITO – PERMITIR UTILIZAÇÃO SEGURA AOS USUÁRIOS

3.8.1 Critério – Prevenção de ferimentos

As peças de utilização e demais componentes dos sistemas hidrossanitários que são manipulados pelos usuários não devem possuir cantos vivos ou superfícies ásperas.

3.8.2 Método de avaliação

Atender às ABNT NBR 10071, ABNT NBR 10072, ABNT NBR 10281, ABNT NBR 11535, ABNT NBR 11815, ABNT NBR 15491, ABNT NBR 11778, ABNT NBR 12483, ABNT NBR 12904, ABNT NBR 12905, ABNT NBR 13713, ABNT NBR 14011, ABNT NBR 14150, ABNT NBR 14162, ABNT NBR 14390, ABNT NBR 14580, ABNT NBR 14877, ABNT NBR 14878, ABNT NBR 15097, ABNT NBR 15098, ABNT NBR 15099, ABNT NBR 15206, ABNT NBR 15267, ABNT NBR 15423 e verificar por inspeções visuais partes aparentes dos componentes dos sistemas, inclusive as partes cobertas por canoplas que são passíveis de contato quando da manutenção ou troca de componente.

3.8.3 Critério – Resistência mecânica de peças e aparelhos sanitários

As peças e aparelhos sanitários devem possuir resistência mecânica aos esforços a que serão submetidos na sua utilização e apresentar atendimento às ABNT NBR 15097, ABNT NBR 15098, ABNT NBR 15099, ABNT NBR 11778, ABNT NBR 15491, ABNT NBR 10281, ABNT NBR 12483, ABNT NBR 14011, ABNT NBR 10071, ABNT NBR 10072, ABNT NBR 11535, ABNT NBR 11815, ABNT NBR 12904, ABNT NBR 13713, ABNT NBR 14162, ABNT NBR 14390, ABNT NBR 14877, ABNT NBR 14878, ABNT NBR 15206, ABNT NBR 15267 e ABNT NBR 15423.

3.8.3.1 Método de avaliação

De acordo com o prescrito na ABNT NBR 15097 e métodos de ensaios prescritos nas ABNT NBR 10281, ABNT NBR 14150, ABNT NBR 14151, ABNT NBR 12905, ABNT NBR 13713, ABNT NBR 14162, ABNT NBR 14390, ABNT NBR 14877, ABNT NBR 14878, ABNT NBR 15206, ABNT NBR 15267 e ABNT NBR 15423.

VERSO EM BRANCO

HABITABILIDADE

VERSO EM BRANCO

SEGURANÇA	1	DESEMPENHO ESTRUTURAL
	2	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
	3	SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO
HABITABILIDADE	4	**ESTANQUEIDADE**
	5	DESEMPENHO TÉRMICO
	6	DESEMPENHO ACÚSTICO
	7	DESEMPENHO LUMÍNICO
	8	SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR
	9	FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE
	10	CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO
SUSTENTABILIDADE	11	DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE
	12	ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

VERSO EM BRANCO

4 ESTANQUEIDADE À ÁGUA

A água é o principal agente de degradação de um amplo grupo de materiais de construção. Encontra-se presente no solo, na atmosfera, nos sistemas e procedimentos de higiene da edificação, ou seja, em permanente contato com alguns dos seus elementos ou sistemas. O adequado controle da umidade em uma edificação ou sistema é indispensável para evitar manifestações patológicas que impactam na vida útil.

A umidade acelera os mecanismos de deterioração e acarreta a perda das condições de habitabilidade e de higiene do ambiente construído. Portanto, a exposição à água de chuva, à umidade proveniente do solo e aquela proveniente do uso da edificação escolar devem ser consideradas em projeto.

Informações sobre limitações relativas ao uso das edificações devem ser integrantes do manual de uso, operação e manutenção, ou documento similar, elaborado em conformidade com a ABNT NBR 14037.

4.1 TERMOS E DEFINIÇÕES

Estanqueidade à água: propriedade de um elemento (ou de um conjunto de componentes) de impedir a penetração ou passagem de água através de si. A sua determinação está associada a uma pressão-limite de utilização (a que se relaciona com as condições de exposição do elemento à água).

4.2 REQUISITO – ESTANQUEIDADE A FONTES DE UMIDADE INTERNAS À EDIFICAÇÃO

Assegurar a estanqueidade à água utilizada na operação e manutenção da edificação em condições normais de uso.

4.2.1 Critério – Estanqueidade à água utilizada na operação e manutenção do imóvel

Devem ser previstos no projeto detalhes que assegurem a estanqueidade de partes da edificação que tenham a possibilidade de ficar em contato com a água gerada na ocupação ou na manutenção do imóvel, devendo ser verificada a adequação das vinculações entre instalações de água, esgotos ou águas pluviais e estrutura, pisos e paredes, de forma que as tubulações não venham a ser rompidas ou desencaixadas por deformações impostas.

4.2.1.1 Critério – Estanqueidade à água de vedações verticais internas e externas com incidência direta de água (banheiros, vestiários, cozinhas, refeitórios, lactação)

A quantidade de água que penetra não deve ser superior a $3cm^3$, por um período de 24h, numa área exposta com dimensões de 34cm x 16cm.

4.2.1.1.1 Método de avaliação

Análise de projeto ou realização de ensaio de estanqueidade, conforme método estabelecido no a Anexo A.

4.2.1.2 Critério – Estanqueidade à água de sistemas de pisos (banheiros, vestiários, cozinhas, refeitórios, lavanderia e lactação)

Os sistemas de pisos das áreas destinadas a **banheiros, vestiários, cozinhas, refeitórios, lavanderia e lactação** não podem permitir o surgimento de umidade, permanecendo os encontros com as paredes e pisos adjacentes que os delimitam secas, quando submetidos a uma lâmina de água de no mínimo 10mm em seu ponto mais alto, por 72h. Não poderá também haver passagem de água pelo próprio sistema de piso.

Devem ser atendidas a ABNT NBR 9575 e a ABNT NBR 9574, naquilo que couber.

4.2.1.2.1 Método de avaliação

Os encontros com as paredes e pisos adjacentes, reproduzindo-se as respectivas condições de utilização, devem permanecer secos, quando submetidos a uma lâmina de água de no mínimo 10mm em seu ponto mais alto, por 72h. Não deve haver ainda passagem de água pelo piso.

Análise de projeto conforme a ABNT NBR 9574 e a ABNT NBR 9575.

4.3 Requisito – Estanqueidade a fontes de umidade externas à edificação

Tem como objetivo assegurar a estanqueidade da edificação ou do sistema às fontes de umidade externa, particularmente água de chuva e umidade proveniente do solo.

4.3.1 Critério – Estanqueidade à água de chuva, à umidade do solo e do lençol freático

4.3.1.1 Premissas de projeto

Devem ser previstos, nos projetos, detalhes e especificações técnicas visando a prevenção de infiltração de água de chuva e de umidade do solo, considerando sistemas de drenagem, impermeabilização de bases de fachadas e quaisquer paredes em contato com o solo, impermeabilização de fundações e pisos em contato com o solo, interfaces entre os diversos elementos e componentes da construção, em particular com a cobertura, telhados, pisos e calçadas laterais etc.

4.3.2 Critério – Estanqueidade à água de sistema de pisos em contato com a umidade ascendente

Os sistemas de pisos devem ser estanques à umidade ascendente, considerando-se a máxima altura do lençol freático prevista para o local da obra.

4.3.2.1 Método de avaliação

Análise de projeto, conforme as ABNT NBR 9575 e ABNT NBR 9574, ou inspeções *in loco*.

4.3.2.2 Premissas de projeto

O projeto deve indicar o sistema construtivo que impeça a ascensão para o sistema de piso da umidade ascendente quanto a:

- estanqueidade à umidade;
- resistência mecânica contra danos durante a construção e utilização da edificação;

- previsão eventual de um sistema de drenagem.

4.3.3 Critério – Estanqueidade à água de chuva, considerando-se a ação dos ventos, em sistemas de vedações verticais externas (fachadas)

Para as condições de exposição indicadas na Tabela 1 e conforme as regiões de exposição ao vento indicadas na Figura 1, os sistemas de vedação vertical externa da edificação, incluindo a junção entre a janela e a parede, devem permanecer estanques e não apresentar infiltrações que proporcionem borrifamentos, ou escorrimentos ou formação de gotas de água aderentes na face interna, podendo ocorrer pequenas manchas de umidade, com áreas limitadas aos valores indicados na Tabela 2.

Para esquadrias externas devem ser também atendidas as especificações constantes da ABNT NBR 10821.

Tabela 1 — Condições de ensaio de estanqueidade à água de sistemas de vedações verticais externas

Região do Brasil	Condições de ensaio de paredes	
	Pressão estática Pa	Vazão de água L / m^2 min
I	10	3
II	20	
III	30	
IV	40	
V	50	

Tabela 2 — Estanqueidade à água de vedações verticais externas (fachadas)

Edificação	Tempo de ensaio h	Percentual máximo da soma das áreas das manchas de umidade na face oposta à incidência da água, em relação à área total do corpo-de-prova submetido à aspersão de água, ao final do ensaio
Térrea (só a parede, seja com ou sem função estrutural)	7	Sem manchas
Esquadrias	Devem atender aos níveis Intermediário (I) ou Superior (S) da Tabela 2 da ABNT NBR 10821-2	

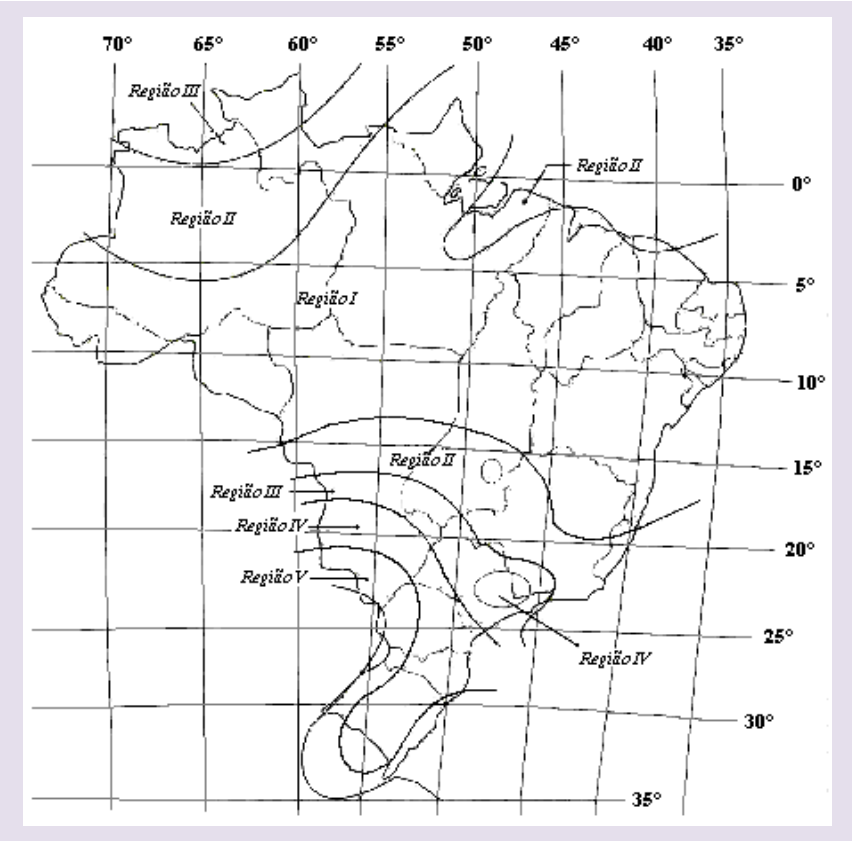


Figura 1 – Condições de exposição conforme as regiões brasileiras (ABNT NBR6123)

4.3.3.1 Método de avaliação

Em função do sistema de vedação vertical externa, deve ser selecionado um dos seguintes ensaios:

- realização de ensaio de tipo, em laboratório, de acordo com o Anexo B, para a verificação da estanqueidade à água de vedações verticais externas (ver Tabela 2);
- realização de ensaio de tipo em laboratório, de acordo com a ABNT NBR 10821 parte 3, para a verificação da estanqueidade à água de esquadrias externas (janelas, fachadas-cortina e portas externas);
- análise do projeto.

Os corpos-de-prova (paredes e esquadrias externas) quando forem ensaiados conjuntamente devem reproduzir fielmente o projeto, as especificações e características construtivas dos sistemas de vedações verticais externas, janelas e caixilhos, com especial atenção às juntas entre os elementos ou componentes.

NOTA 1: Para as edificações térreas, com beirais de no mínimo 0,50m de projeção, a pressão estática do ensaio pode ser reduzida de 10Pa em qualquer das regiões (esta condição é válida para ensaio conforme Anexo B, ou ensaio no conjunto (parede + esquadria externa).

4.3.3.2 Premissas de projeto

O projeto deve indicar os detalhes construtivos para as interfaces e juntas entre componentes, a fim de facilitar o escoamento da água e evitar a sua penetração para o interior da edificação. Esses detalhes devem levar em consideração as solicitações a que os componentes da vedação externa estarão sujeitos durante a vida útil de projeto da edificação habitacional.

O projeto deve contemplar também obras de proteção no entorno da construção, a fim de evitar o acúmulo de água nas bases da fachada do edifício.

4.3.4 Critério de impermeabilidade da cobertura

O sistema de cobertura não deve apresentar escorrimento, gotejamento de água ou gotas aderentes na superfície inferior da telha. Aceita-se o aparecimento de manchas de umidade, desde que restritas a no máximo 25% da área das telhas. Quando houver normas brasileiras específicas para os componentes do telhado, devem ser atendidos as condições previstas.

4.3.4.1 Método de avaliação

Ensaio de impermeabilidade conforme ABNT NBR 5642.

4.3.4.2 Premissas de projeto

O projeto deve prever detalhes construtivos que assegurem a não ocorrência de umidade e de suas conseqüências estéticas no ambiente habitável.

4.3.5 Critério – Estanqueidade à água do Sistema de Cobertura

Durante a vida útil de projeto do sistema de cobertura, não deve ocorrer a penetração ou infiltração de água que acarrete escorrimento ou gotejamento por um período mínimo de oito anos, considerando-se as condições de exposição indicadas na Tabela 3 e Figura 1, considerando-se todas as suas confluências e interações com componentes ou dispositivos (parafusos, calhas, vigas-calha, lajes planas, componentes de ancoragem, arremates, regiões de cumeeiras, espigões, águas furtadas, oitões, encontros com paredes, tabeiras e outras posições específicas, e subcoberturas), bem como os encontros de componentes com chaminés, tubos de ventilação, clarabóias e outros, em face das movimentações térmicas diferenciadas entre os diferentes materiais em contato, aliados aos componentes ou materiais de rejuntamento.

NOTA: O critério enfoca a estanqueidade das regiões centrais dos panos do sistema de cobertura, regida sobretudo pelas propriedades físicas do material constituinte das telhas (porosidade, absorção de água, permeabilidade), pelas sobreposições laterais e longitudinais, pelos tipos de encaixes e sistema de fixação ou acoplamento das telhas, pela regularidade dimensional das peças e pela declividade e extensão dos panos do sistema de cobertura (além dos índices pluviométricos, direção e intensidade do vento na região de implantação do edifício habitacional).

Tabela 3 — Condições de ensaio de estanqueidade de telhados

Regiões	Condições de ensaio	
	Pressão estática Pa	Vazão de água L / m^2 / min
I	10	4
II	20	
III	30	
IV	40	
V	50	

4.3.5.1 Método de avaliação

Ensaio da estanqueidade à água do sistema de cobertura de acordo com o método apresentado no Anexo C, com base nas condições de ensaio descritas na Tabela 4.

Recomenda-se, para os encontros descritos em 4.3.4.1, a realização do ensaio de tipo de estanqueidade de acordo com o Anexo C, incorporando-se os componentes ou dispositivos. Não há necessidade, para certos Sistemas de Cobertura, de se ensaiar o conjunto como um todo, permitindo-se ensaios das partes representativas.

4.3.5.2 Premissas de projeto

O projeto deve estabelecer a necessidade do cumprimento da regularidade geométrica da trama da cobertura, durante a vida útil de projeto, a fim de que não resulte prejuízo à estanqueidade do sistema de cobertura, estabelecendo como referência os requisitos, valores e tolerâncias conforme indicados na Tabela 4.

Tabela 4— Regularidade geométrica

Requisitos	Valores	Tolerâncias
Variação máxima no comprimento e na largura dos panos	Nominal de projeto	± 5 % não superior a 50mm
Variação máxima na projeção de beirais	Nominal de projeto	- 20mm + 50mm
Variação máxima em relação à declividade do pano		± 0,6 %
Máximo desvio de esquadro ou em relação a qualquer ângulo do pano		± 0,1°

Requisitos	Valores	Tolerâncias
Afastamento máximo da retitude dos lados do pano (incluindo as tabeiras)	Nominal de projeto	Não superando 20mm
Empeno - flecha máxima em relação ao pano		
A disposição geométrica dos elementos estruturais que compõem a cobertura deve indicar espaçamentos de tal forma previstos que impeçam deformações	Nominal de projeto	-

O projeto também deve:

a) mencionar as Normas Brasileiras dos componentes para os sistema de cobertura ou, na inexistência de Normas Brasileiras, as indicações do fabricante dos componentes ou de normas estrangeiras ou internacionais;

b) detalhar, quando exigível ou previsto a presença de barreiras:

- ✓ barreiras à radiação solar devem atender ao limite de emissividade (ε = 0,2), conforme método ASTM C 1371;
- ✓ se a barreira for isolante térmica, deve possuir resistência térmica igual ou superior a 90 % da resistência térmica informada pelo fabricante, quando determinada segundo o método constante na ABNT NBR 15220-5;
- ✓ se a barreira for ao vapor, deve apresentar permeabilidade ao vapor menor ou igual a 11,4 x 10–8g/Pa.s.m^2, conforme método ASTM E 96;
- ✓ detalhar a forma de aplicação e fixação da subcobertura;
- ✓ detalhar as sobreposições e tamanhos das emendas;
- ✓ indicar ou detalhar os acessórios necessários;

c) indicar as sobreposições das peças (longitudinal e transversal);

d) Indicar dimensões dos panos;

e) indicar declividade do sistema de cobertura face aos componentes especificados;

f) indicar acessórios necessários;

g) Indicar materiais e detalhes construtivos dos arremates, de forma a prevenir avarias decorrentes de movimentações térmicas e assegurar a estanqueidade à água;

h) indicar a forma de fixação dos componentes;

i) indicar a ação do vento predominante (direção e intensidade) no local da edificação escolar que foi considerada no projeto (conforme ABNT NBR 6123).

4.3.6 Critério – Estanqueidade das aberturas de ventilação em sistemas de cobertura

O sistema de cobertura não deve permitir infiltrações de água ou gotejamentos nas regiões das aberturas de ventilação, constituídas por entradas de ar nas linhas de beiral e saídas de ar nas linhas das cumeeiras, ou de componentes de ventilação.

As aberturas e saídas de ventilação não devem permitir o acesso de pequenos animais para o interior do ático ou da edificação escolar.

4.3.6.1 Método de avaliação

Análise das premissas de projeto e das especificações técnicas dos componentes utilizados.

4.3.6.2 Premissas de projeto

O projeto deve detalhar e posicionar os sistemas de aberturas e de saídas que atendam ao critério de estanqueidade e ventilação de maneira que o ático permaneça imune à entrada de água e de animais dentro das condições previstas em projeto.

4.3.7 Critério para captação e escoamento de águas pluviais em sistemas de cobertura

O sistema de cobertura deve ter capacidade para drenar a máxima precipitação prevista em projeto passível de ocorrer na região da edificação escolar não permitindo empoçamentos ou extravasamentos para o interior da edificação escolar, para os áticos ou quaisquer outros locais não previstos no projeto da cobertura.

4.3.7.1 Método de avaliação

Análise das premissas de projeto e verificação da compatibilidade entre as aberturas.

4.3.7.2 Premissas de projeto

O projeto deve:

- considerar as disposições da ABNT NBR 10844, no que diz respeito à avaliação da capacidade
  do sistema de captação e drenagem pluvial da cobertura;
- compatibilizar entre si os projetos de arquitetura do telhado, da impermeabilização, elaborado de acordo com a ABNT NBR 9575 e a NBR 9574, e deste sistema;
- especificar os caimentos dos panos, encontros entre panos, projeção dos beirais, encaixes, sobreposições e fixação das telhas;
- especificar os sistemas de impermeabilização de lajes de cobertura, terraços, fachadas e outros componentes da construção;
- especificar o sistema de águas pluviais;
- detalhar os elementos que promovem a dissipação ou afastamento do fluxo de água das superfícies das fachadas, visando prevenir o acúmulo de água e infiltração de umidade.

4.3.8 Critério - Estanqueidade e durabilidade para Sistemas de Cobertura impermeabilizados

Os Sistemas de Cobertura impermeabilizados devem:

- No teste de lâmina d'água ser estanques por no mínimo 72h;
- manter a estanqueidade ao longo da vida útil de projeto do sistema de cobertura impermeabilizado;
- não permitir a formação de umidade nos tetos nem infiltrações por um período mínimo de cinco anos.

4.3.8.1 Método de avaliação

Análise de projeto e atendimento às premissas de projeto, e do memorial de execução, considerando as disposições das ABNT NBR 9574, ABNT NBR 9575 8521, ABNT NBR 9227, ABNT NBR 9228, ABNT NBR 9229, ABNT NBR 9685, ABNT NBR 9686, ABNT NBR 9690, ABNT NBR 9910, ABNT NBR 9952, ABNT NBR 11797, ABNT NBR 13121, ABNT NBR 13321 e ABNT NBR 13724.

Os produtos que não possuem Normas Brasileiras específicas devem atender a normas estrangeiras ou internacionais, estando sujeito à análise.

4.3.8.2 Premissas de projeto

O projeto deve especificar:

- todos os materiais necessários;
- condições de armazenagem e de manuseio;
- equipamentos de proteção individual necessários;
- acessórios, ferramentas, equipamentos, processos e controles envolvidos na execução do sistema de impermeabilização;
- as normas utilizadas;
- forma de execução;
- detalhes construtivos e de fixação;
- todos os detalhes compatibilizados com as interfaces e interferências da cobertura.

VERSO EM BRANCO

ANEXO A ao C

VERSO EM BRANCO

ANEXO A

Verificação da permeabilidade à água de SVVIE – Método de ensaio

A.1 Princípio

Este Anexo especifica um método para verificação da permeabilidade à água de *SVVIE*.

A.2 Diretrizes

O ensaio consiste em submeter um trecho de parede à presença de água, com pressão constante, por meio de uma câmara acoplada à parede.

A.3 Aparelhagem

A.3.1 Câmara com formato de caixa, com dimensões internas de 16cm x 34cm, contendo no seu perímetro uma moldura para acoplamento com a parede (Figura 1);

A.3.2 Bureta graduada em centímetros cúbicos, para manutenção da pressão constante no interior da câmara e para medida do volume de água eventualmente infiltrado na parede. A bureta deve ser emborcada na câmara, de tal forma que sua boca tangencie o nível de água no seu interior; caso haja infiltração de água na parede, o mesmo volume de água infiltrada deve ser reposto pela água contida na bureta, mantendo-se constante o nível de água no interior da câmara e permitindo-se a quantificação da água infiltrada, conforme ilustrado na Figura 1.

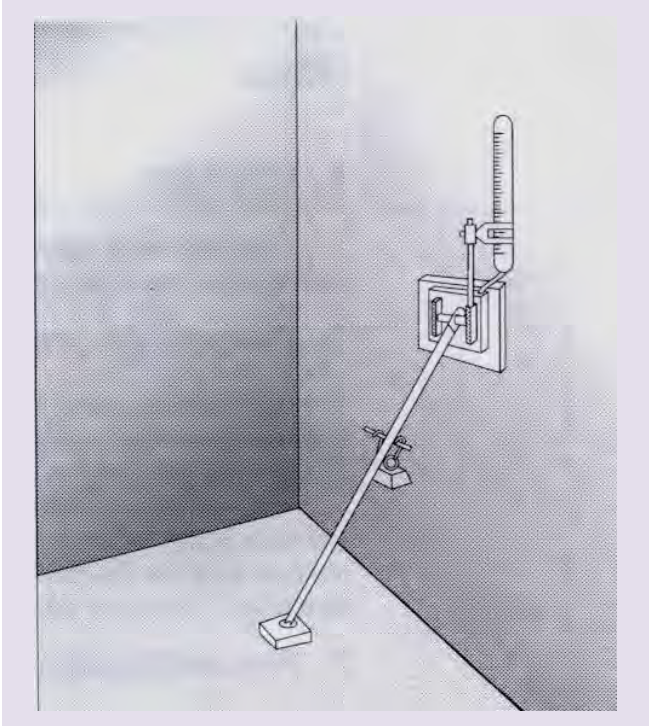


Figura 1 — Acoplamento de câmara de ensaio à parede

A.4 Procedimento

A.4.1 Acoplar a câmara de ensaio na região desejada da parede, selando-se suas bordas com mastique ou outro material.

A.4.2 Preencher a câmara e a bureta com água; registrar o nível inicial de água.

A.4.3 Registrar o nível de água na bureta após os seguintes períodos: 30min, 1h, 2h, 4h, 6h e 24h.

A.5 Expressão dos resultados

Registrar, para cada um dos períodos, o volume de água infiltrado, que deve ser obtido pela diferença entre o nível verificado na leitura correspondente a cada período e o nível inicial da água contida na bureta.

Indicar as paredes mais desfavoráveis, sobretudo nas regiões com juntas ou outras singularidades que possam favorecer a infiltração de água.

A.6 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve apresentar as seguintes informações:

- volume de água infiltrado;
- detalhes e descrição do sistema recomendado pelo fabricante ou fornecedor, incluindo todos os acessórios;
- componentes do sistema;
- identificação do fornecedor;
- descrição e memorial do *SVVIE*;
- referência a este Anexo.

ANEXO B

Verificação, em laboratório, da estanqueidade à água de SVVE – Método de ensaio

B.1 Princípio

Este Anexo especifica um método para verificar a estanqueidade à água de sistemas de vedação vertical externo (*SVVE*), por meio de procedimentos de laboratório.

B.2 Diretrizes

O ensaio consiste em submeter, durante um tempo determinado, a face externa de um corpo-de-prova do *SVVE* a uma vazão de água, criando uma película homogênea e contínua, com a aplicação simultânea de uma pressão pneumática sobre essa face.

B.3 Corpo de prova

O corpo-de-prova é constituído pela parede, com ou sem pintura ou revestimento. O corpo-de-prova deve ser plano e verticalmente no prumo, possuir largura e comprimento de no mínimo 105cm e 135cm, respectivamente. Não há restrições quanto à sua espessura. No caso de pintura, a tinta deve ser aplicada sobre a face externa da parede e suas superfícies adjacentes, exceto na face interna, de acordo com as recomendações do fabricante. O tempo de secagem da pintura, antes do início do ensaio, não deve ser inferior a sete dias.

Quando o SVVE é constituído por várias camadas, com câmaras de ar internas, como no caso de sistemas leves, deve também ser avaliado se a água penetra pela camada referente à face externa e fica depositada no interior da parede. Nestas situações, é necessária a execução de janelas de inspeção na face interna do corpo de prova, por ocasião do ensaio.

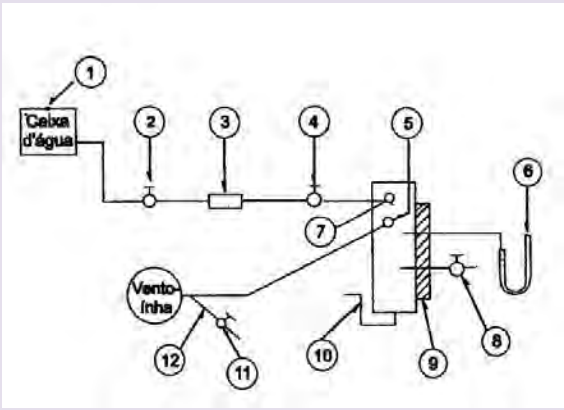
B.4 Aparelhagem

A aparelhagem necessária para a realização do ensaio, como mostrado esquematicamente na Figura 1, é a seguinte:

- Câmara de formato prismático, de dimensões compatíveis com o corpo-de-prova, estanque e provida de:
  - ✓ abertura em uma das faces para fixação do corpo-de-prova;
  - ✓ orifício da saída de água na base, com um sifão que possibilite a formação de um fecho hídrico no interior da câmara;
  - ✓ orifício para ligação da alimentação de água, do sistema de aplicação de pressão, do manômetro e para saída de ar;
  - ✓ sistema constituído por ventoinha, tubulação e registros reguladores de pressão que possibilitem a aplicação de pressão pneumática uniforme de até 50 Pa no interior da câmara durante o ensaio;

NOTA: O ar deve ser introduzido no interior da câmara por uma de suas faces laterais, a fim de impedir a incidência direta do ar sobre o corpo-de-prova.

- ✓ equipamento para medida de pressão, instalado de maneira que a medida não seja afetada pela velocidade do ar e tenha resolução de 0,5Pa;
- ✓ sistema constituído de reservatório de água, tubulações, registros e tubo com dispersores de água, que deve permitir a aplicação de vazão constante e igual a 3,0dm^3/min junto à parede superior da face externa, criando uma película homogênea e contínua;
- ✓ medidores de vazão que permitam seu controle durante o ensaio, tais como tubos venturis, rotâmetros
e outros, com resolução igual a 1% do fundo de escala;
- ✓ grampos para fixação do corpo-de-prova em número não inferior a seis para fixação do corpo-de-prova às bordas da abertura da câmara.



LEGENDA:

1. Bóia sensível (para manutenção do nível de água)
2. Registro de gaveta
3. Equipamento para medida de vazão
4. Registro globo para ajuste da vazão
5. Tubo injetor de ar DN 50 (faz a aspersão da água e pressuriza a câmara)
6. Manômetro diferencial para controle da pressão dentro da câmara
7. Tubo dispersor de água
8. Registro de gaveta (ajuste fino da pressão de ar dentro da câmara)
9. Corpo-de-prova
10. Saída de água (sifonada)
11. Registro de gaveta (ajuste de pressão)
12. Sangradouro

Figura 1 — Esquema de dispositivos para medida de vazão

B.5 Execução do ensaio

B.5.1 O corpo-de-prova é constituído pela parede, com ou sem pintura ou revestimento. O corpo-de-prova deve ser plano e verticalmente no prumo, possuir largura e comprimento de no mínimo 105cm e 135cm, respectivamente. Não há restrições quanto à sua espessura.

B.5.2 No caso de pintura, a tinta deve ser aplicada sobre a face externa da parede e suas superfícies adjacentes, exceto na face interna, de acordo com as recomendações do fabricante. O tempo de secagem da pintura, antes do início do ensaio, não deve ser inferior a sete dias.

B.5.3 O ensaio deve ser realizado em pelo menos dois corpos-de-prova preparados de maneira idêntica, conforme o procedimento descrito em B.5.4 a B.5.6.

B.5.4 O corpo-de-prova deve ser fixado à câmara de ensaio com sua face externa voltada para o interior da câmara. As áreas de contato entre o corpo-de-prova e a câmara devem ser vedadas por meio de guarnição esponjosa, empregando-se, onde necessário, cera de abelha ou similar (Figura 2).

B.5.5 O sistema de dispersão de água deve ser acionado e deve ser estabelecida uma vazão igual a $(3,0 \pm 0,3) dm^3/min$, que deve ser mantida constante durante o ensaio. Em seguida, aplica-se a pressão pneumática especificada, que deve ser mantida constante durante o ensaio.

B.5.6 A duração do ensaio é de 7h. Após este período, a pressão pneumática deve ser anulada e a dispersão de água, interrompida.

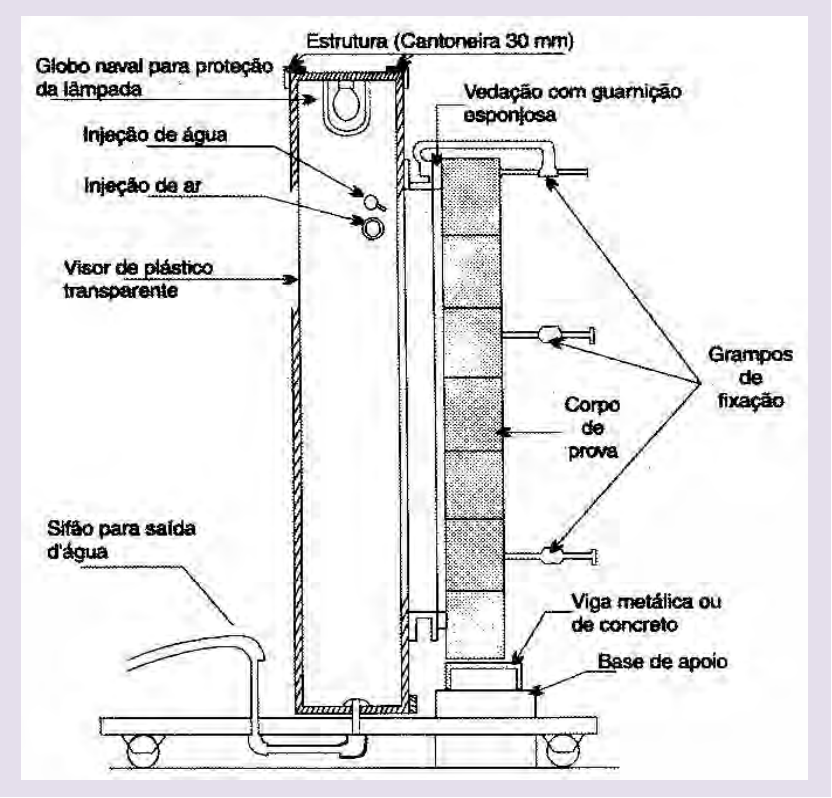


Figura 2 — Esquema de montagem do corpo-de-prova para ensaio

Deve ser registrado para cada um dos corpos-de-prova:

- tempo de ensaio quando do aparecimento da primeira mancha de umidade na face interna, oposta à incidência da água e pressão, ou quando da penetração de água para o interior da parede, no caso de sistemas de múltiplas camadas, com espaços internos;
- porcentagem da área da mancha de umidade ao final do ensaio em relação à área total da face interna, oposta à incidência da água sob pressão.

B.6 **Relatório** de ensaios

O relatório deve apresentar as seguintes informações:

- identificação dos constituintes da parede, inclusive, se for o caso, da argamassa de assentamento;
- dimensões do corpo-de-prova;
- No caso de revestimento ou pintura, devem ser identificados:
  - ✓ os materiais ou produtos empregados no revestimento ou pintura, e respectivos fabricantes.
  - ✓ o modo de execução dos serviços de pintura ou de revestimento, explicitando número de demãos ou camadas de cada produto, ferramentas empregadas, tempo de secagem entre demãos ou camadas, tempo de secagem antes do início do ensaio;
- Características dos equipamentos utilizados para medida da pressão e da vazão;
- resultados conforme B.4;
- data do ensaio;
- referência a este Anexo.

Anexo C

Determinação da estanqueidade à água do *sistema de cobertura (SC)* – Método de ensaio

C.1 Princípio

Este Anexo especifica um método para verificação da estanqueidade à água do *SC*, que consiste em submeter um trecho representativo do *SC* a uma vazão de água, sob a condição de uma diferença estática de pressão.

NOTA: Mediante acordo entre fornecedor e usuário, o ensaio previsto neste anexo pode ser substituído por ensaios constantes nas normas de produto, desde que atendam ao princípio estabelecido em C.1.

C.2 Aparelhagem

C.2.1 Câmara

Câmara com forma prismática, com uma abertura em uma de suas faces, tendo dimensões que permitam o acoplamento do corpo-de-prova na mesma inclinação que a utilizada em obra (Figura1). A câmara deve dispor de uma válvula de segurança que garanta a extravasão do ar quando a pressão interna atingir valores acima dos compatíveis com sua estabilidade estrutural.

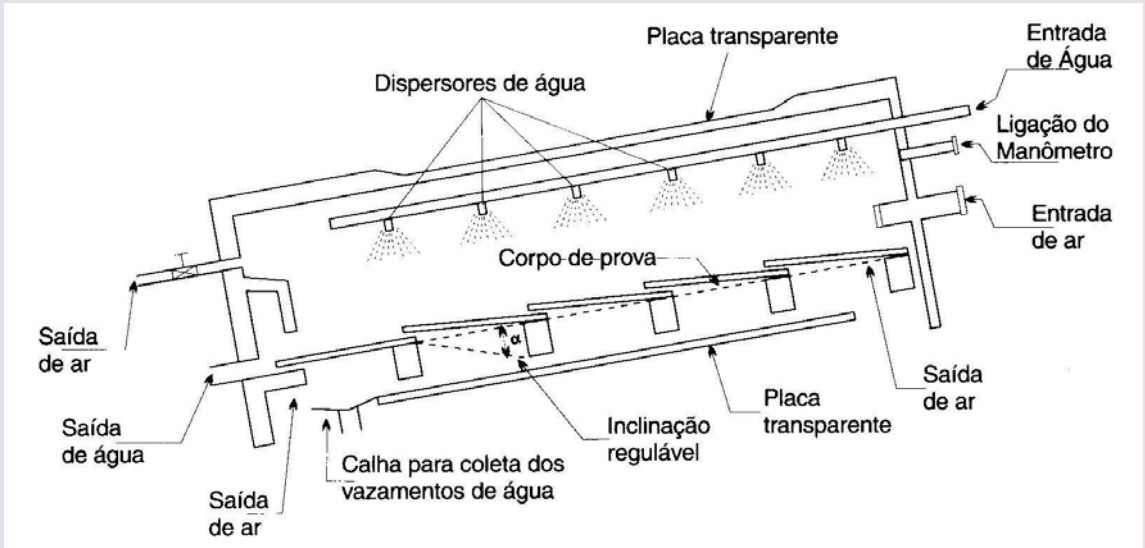


Figura 1 – Câmara

C.2.2 Sistema de pressurização

Sistema de pressurização que garanta a transmissão de carga de forma estática e a estabilização de carga aplicada em níveis predeterminados.

A alimentação da câmara deve ser feita de modo a evitar a incidência direta do fluxo de ar sobre o corpo-de-prova (Figura 2).

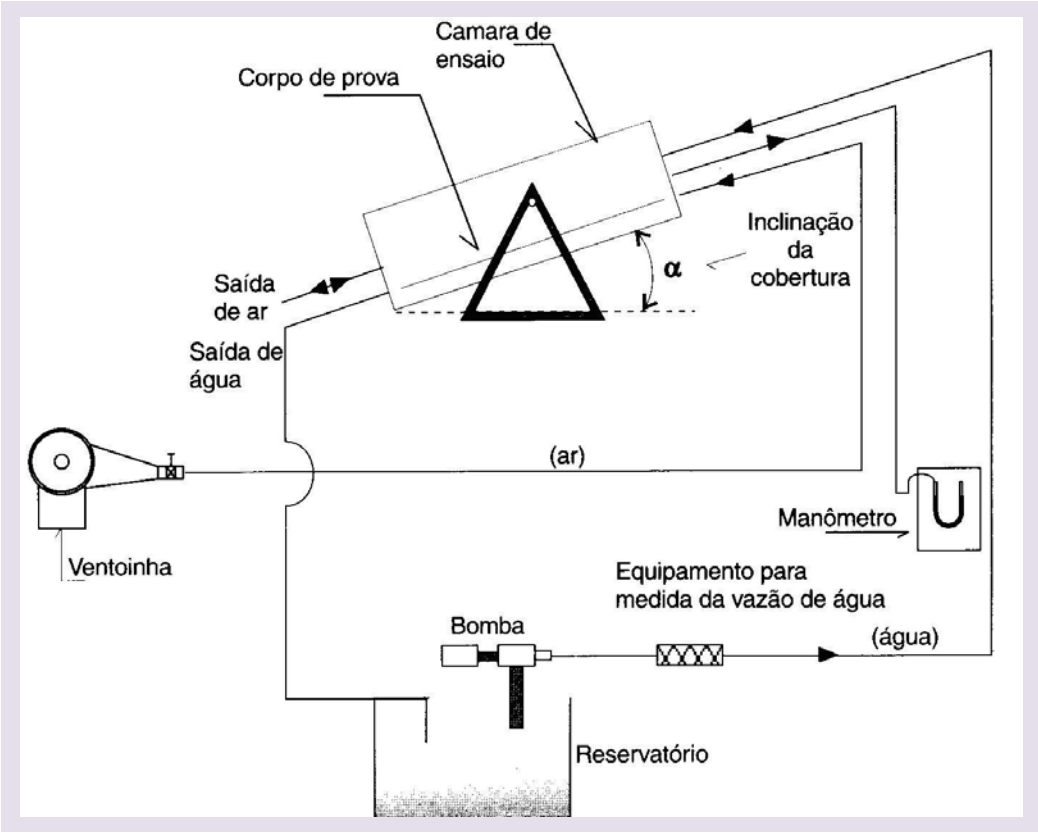


Figura 2 – Esquema de funcionamento da câmara

C.2.3 Manômetro

Manômetro com resolução de 10Pa, para leitura de pressão na câmara.

C.2.4 Sistema de aspersão de água

Sistema de aspersão de água composto por bicos aspersores que permitam a projeção de água de maneira uniforme sobre toda a face superior do corpo-de-prova, na vazão de 4L/min por metro quadrado do corpo-de-prova, garantindo que todas as suas partes sejam igualmente aspergidas.

C.2.5 Equipamento para medição de vazão

Equipamento para medição de vazão de água aspergida, constituído por um caixa com seção de 61cm x 61cm e profundidade superior a 30cm, quadrialveolar. Para medição da vazão, esta caixa é colocada na abertura da câmara com sua boca voltada para os aspersores e posicionamento no mesmo plano onde será montado o corpo-de-prova. Por meio de tubulações, a água aspergida sobre cada um dos alvéolos é conduzida para recipientes, podendo-se medir os volumes a partir dos quais serão calculadas as vazões por unidade de área de cada um dos alvéolos.

Na rede de alimentação do sistema de aspersão pode ser colocado um hidrômetro com o intuito de facilitar a regulagem da vazão desejada.

C.3 Preparação e preservação das amostras para ensaios e dos corpos-de-prova

O corpo-de-prova deve ser um trecho representativo do SC, constituído com os mesmos materiais previstos para a edificação.

C.4 Procedimento

C.4.1 Ajustar o sistema de aspersão de água da câmara utilizando-se a caixa quadrialveolar, para a vazão de 4L/min por m2. O sistema de aspersão deve estar regulado de forma tal que o valor médio das vazões incidentes sobre os quatro alvéolos seja igual à vazão especificada para o ensaio, admitindo-se para valores individuais dessas vazões uma variação de 20% em torno da média. Esta verificação deve cobrir toda a área da abertura da câmara, onde será montado o corpo-de-prova.

C.4.2 O procedimento descrito em C.4.1 deve ocorrer de forma interativa até que a variação da vazão, para as diversas partes do vão, não seja superior a 20% da vazão de ensaio especificada.

C.4.3 Montar o corpo-de-prova na câmara com sua face superior voltada para o seu interior e selar convenientemente as juntas presentes entre o corpo-de-prova e a abertura da câmara. A câmara deve ser regulada de forma que o corpo-de-prova tenha a mesma inclinação da cobertura quando da utilização em obra.

C.4.4 Após a instalação do corpo-de-prova e a calibração da vazão de água, aspergir a cobertura durante 30min.

C.4.5 Aplicar na câmara, escalonadamente, as pressões de 10Pa, 20Pa, 30Pa, 40Pa, 50Pa e 60Pa; manter cada uma dessas pressões por um período de 5min, registrando a eventual existência de vazamentos, escorrimentos ou manchas de umidade nas faces das telhas opostas à aspersão de água. Caso haja pressão especificada de interesse, o ensaio pode seguir a sequência anteriormente definida até que tal pressão seja atingida.

C.4.6 Caso não seja possível aplicar as pressões de ensaio devido ao excessivo vazamento de ar pelo corpo-de-prova, algumas juntas entre as telhas devem ser seladas com massa de vedação ou outro material adequado, até o limite de 50% das juntas existentes. Nessas condições, caso não se consiga atingir a pressão máxima estabelecida, aplicar a pressão segundo incrementos mencionados em C.4.5, registrando a pressão máxima que se conseguir administrar no corpo-de-prova.

C.5 Expressão dos resultados

Devem ser registrados, para cada uma das pressões aplicadas (10, 20, 30, 40, 50 e 60 Pa, ou ainda para quaisquer outras pressões de interesse), o tempo de aplicação da pressão, a vazão de água incidente sobre o topo do corpo-de-prova e os respectivos registros de eventuais vazamentos, escorrimentos ou manchas de umidade verificados na face inferior da cobertura, mapeando-se os locais onde ocorreram e indicando-se o tempo de ensaio após o qual manifestou-se cada evento.

Deve ainda ser registrada qualquer outra anomalia verificada durante a realização do ensaio, como, por exemplo, retorno de água, transporte de água por capilaridade, formação de bolhas, empenamentos, descolamentos e outras.

C.6 Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações:

- identificação do solicitante;
- identificação do fornecedor;
- identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- desenhos dos corpos-de-prova, com descrição pormenorizada deles, incluindo dimensões, materiais constituintes e inclinação do trecho do telhado;
- desenho do ensaio de tipo, incluindo os detalhes necessários ao seu entendimento;
- data do recebimento das amostras;
- registro, para cada uma das pressões aplicadas, dos eventuais vazamentos, escorrimentos ou manchas de umidade verificados na face inferior da cobertura, bem como os locais onde ocorreram;
- nível de desempenho;
- data do ensaio;
- registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios ou outras informações julgadas pertinentes.

SEGURANÇA	1	DESEMPENHO ESTRUTURAL
	2	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
	3	SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO
HABITABILIDADE	4	ESTANQUEIDADE
	5	**DESEMPENHO TÉRMICO**
	6	DESEMPENHO ACÚSTICO
	7	DESEMPENHO LUMÍNICO
	8	SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR
	9	FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE
	10	CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO
SUSTENTABILIDADE	11	DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE
	12	ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

VERSO EM BRANCO

5 DESEMPENHO TÉRMICO

A edificação escolar deve reunir características que atendam às exigências de desempenho térmico, considerando-se as zonas bioclimáticas definidas na ABNT NBR 15220-3. A análise é realizada considerando-se a resposta de desempenho global da edificação e não exclusivamente do comportamento térmico de elementos de vedação tratados isoladamente.

Em nosso país predomina a busca de desempenho no verão, sem o uso de sistemas de condicionamento térmico e considerando-se variações de temperatura significativamente elevadas. Isto posto, apresentam-se as metodologias de avaliação de desempenho térmico considerando os seguintes procedimentos: simulação computacional ou realização de medições em edificações já construídas.

Ressalta-se que para a avaliação de edificações escolares assume-se o nível de desempenho intermediário (I), para as condições de verão, e mínimo (M), para as condições de inverno, constantes da NBR 15575-1, pautado nas exigências do usuário e na natureza das atividades desenvolvidas, em especial para as salas de aula (creches, pré-escola e multiuso).

5.1 CRITÉRIOS PARA OS PROCEDIMENTOS DE SIMULAÇÃO OU DE MEDIÇÃO

O Procedimento de Simulação é feito por meio de simulação computacional do desempenho térmico, a partir dos dados de projeto da edificação. Já o Procedimento de Medição é feito por meio de medições em edificações construídas.

Tanto para o Procedimento de Simulação quanto para o de Medição, tem-se que o sistema construtivo deve possibilitar que a edificação apresente desempenho térmico que se enquadre, pelo menos, nas condições abaixo apresentadas, ou seja, para edificações implantadas nas diferentes zonas climáticas brasileiras, considerando as situações limítrofes de calor e frio no interior dessas edificações com relação ao ambiente externo, no verão e no inverno, respectivamente, os critérios de desempenho térmico são os seguintes:

a) **Desempenho térmico da edificação no verão:** para as zonas bioclimáticas de 1 a 7, o valor máximo diário da temperatura do ar interior dos recintos, sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas, outros equipamentos em geral), deve ser sempre menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior reduzido em 2ºC. Para zona bioclimática 8, o valor máximo diário da temperatura do ar interior dos recintos, sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas, outros equipamentos em geral), deve ser sempre menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior reduzido em 1ºC.

b) **Desempenho térmico da edificação no inverno:** para as zonas bioclimáticas de 1 a 5, o valor mínimo diário da temperatura do ar interior dos recintos deve ser maior ou igual ao valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação acrescido de 3°C. Para as zonas bioclimáticas 6,7 e 8, não se faz necessária a verificação deste critério.

5.1.1 Método da simulação computacional

Para a avaliação de desempenho térmico por simulação computacional os requisitos e métodos são detalhados no item 5.1, alíneas a) e b), respectivamente para o verão e para o inverno.

Para a realização das simulações computacionais devem ser utilizadas como referência as Tabelas 2, 3 e 4, que fornecem informações sobre a localização geográfica de algumas cidades brasileiras e os dados climáticos correspondentes aos dias típicos de projeto de verão e de inverno.

Na falta de dados para a cidade onde se encontra a edificação, recomenda-se utilizar os dados climáticos de uma cidade próxima com características climáticas semelhantes, na mesma zona bioclimática brasileira (conforme indicado na NBR 15220-Parte 3).

Para a realização das simulações computacionais recomenda-se o emprego do programa EnergyPlus. Outros programas de simulação poderão ser utilizados, desde que permitam a determinação do comportamento térmico das edificações sob condições dinâmicas de exposição ao clima, sendo capazes de reproduzir os efeitos de inércia térmica e sejam validados pela ASHRAE Standard 140.

Para a geometria do modelo de simulação, deve ser considerada a edificação como um todo, considerando cada ambiente como uma zona térmica. Na composição de materiais para a simulação, deve-se utilizar dados das propriedades térmicas dos materiais e/ou componentes construtivos:

- obtidos em laboratório, por meio de método de ensaio normalizado. Para os ensaios de laboratório, recomenda-se a utilização dos métodos apresentados na Tabela 1;
- na ausência destes dados ou na impossibilidade de obtê-los junto aos fabricantes, é permitido utilizar os dados disponibilizados NBR 15220-Parte 2 como referência.

Tabela 1 — Métodos de medição de propriedades térmicas de materiais e elementos construtivos

Propriedade	Determinação
Condutividade térmica	ASTM C 518 ou ASTM C 177 ou ISO 8302
Calor específico	Medição ASTM C 351 – 92B
Densidade de massa aparente	Medição conforme método de ensaio preferencialmente normalizado, específico para o material
Emissividade	Medição JIS A 1423/ ASTM C1371 - 04a
Absortância à radiação solar	Medição ANSI/ASHRAE 74/88 ASTM E1918-06, ASTM E903-96
Resistência ou transmitância térmica de elementos	Medição conforme ABNT NBR 6488 ou cálculo conforme ABNT NBR 15220-2, tomando-se por base valores de condutividade térmica medidos ASTM E903-96
Características fotoenergética (vidros)	EN 410 – 1998/ EN 12898

5.1.1.1 Edificações em fase de projeto

A avaliação deve ser feita para um dia típico de projeto, de verão e de inverno.

Simular todos os recintos da unidade escolar, considerando as trocas térmicas entre os seus ambientes e avaliar os resultados de todos os recintos (considerar os projetos específicos do FNDE, com eventuais adequações necessárias, em razão do sistema construtivo adotado).

A edificação escolar deve ser orientada conforme a implantação e a simulação deve ser realizada nesta condição. Caso a orientação não esteja definida, esta deve ser posicionada de tal forma que a unidade a ser avaliada tenha a condição mais crítica do ponto de vista térmico.

A absortância à radiação solar das superfícies expostas deve ser definida conforme a cor e as características das superfícies externas da cobertura e das paredes expostas, conforme orientações a seguir:

- cobertura: valor especificado no projeto, correspondente, portanto, ao material declarado para o telhado ou outro elemento utilizado que constitua a superfície exposta da cobertura;
- parede: assumir o valor da absortância à radiação solar correspondente à cor definida no projeto. Caso a cor não esteja definida, simular para três alternativas de cor:
  - ✓ cor clara: α = 0,3;
  - ✓ cor média: α = 0,5
  - ✓ cor escura: α = 0,7.

Considerar as seguintes condições de ventilação dos ambientes e de sombreamento das janelas:

- sem ventilação: adotar taxa de ventilação de uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1 ren/h);
- com ventilação: adotar taxa de ventilação de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0 ren/h);
- com sombreamento: inserção de proteção solar externa ou interna da esquadria externa com dispositivo capaz de cortar no mínimo 50 % da radiação solar direta que entraria pela janela, com taxa de uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1,0 ren/h);
- com ventilação e com sombreamento: combinação das duas condições anteriores, ou seja, inserção de dispositivo de proteção solar e taxa de renovação do ar de 5,0 ren/h.

Tabela 2 - Dados de algumas cidades Brasileiras

UF	Zona bioclimática	Cidade	Latitude	Longitude [m]	Altitude
SE	8	Aracajú	10.92 S	37.05 W	5
PA	8	Belém	1.45 S	48.47 W	10
MG	3	Belo Horizonte	19.93 S	43.93 W	850
DF	4	Brasília	15.78 S	47.93 W	1160
MS	6	Campo Grande	20.45 S	54.62 W	530
MT	7	Cuiabá	15.55 S	56.12 W	151
PR	1	Curitiba	25.42 S	49.27 W	924
SC	3	Florianópolis	27.58 S	48.57 W	2
CE	8	Fortaleza	3.77 S	38.6 W	26
GO	6	Goiânia	16.67 S	49.25 W	741
PB	8	João Pessoa	7.1 S	34.87 W	7
AP	8	Macapá	0.03 N	51.05 W	14
AL	8	Maceió	9.67 S	35.7 W	65
AM	8	Manaus	3.13 S	60.02 W	72
RN	8	Natal	5.77 S	35.2 W	18
TO	1	Palmas	10.21 S	48.36 W	330
RS	3	Porto Alegre	30.02 S	51.22 W	47
RO	8	Porto Velho	8.77 S	63.08 W	95
PE	8	Recife	8.05 S	34.92 W	7
AC	8	Rio Branco	9.97 S	67.8 W	161
RJ	8	Rio de Janeiro	22.92 S	43.17 W	5
BA	8	Salvador	13.02 S	38.52 W	51
MA	8	São Luiz	2.53 S	44.3 W	51
SP	3	São Paulo	23.5 S	46.62 W	792
PI	7	Teresina	5.08 S	42.82 W	74
ES	8	Vitória	20.32 S	40.33 W	36

Tabela 3 – Dados de dias típicos de verão de algumas cidades Brasileiras

Cidade	Temperatura máxima diária oC	Amplitude diária de temperatura oC	Temperatura de bulbo úmido oC	Radiação solar Wh/m2	Nebulosidade décimos
Aracaju	30,9	5,4	24,9	6277	6
Belém	33,4	10,5	26,1	4368	6
Belo Horizonte	32	10,3	21,7	4641	6
Boa Vista	35,3	9,8	25,8		6
Brasília	31,2	12,5	20,9	4625	4
Campo Grande	33,6	10	23,6	5481	6
Cuiabá	37,8	12,4	24,8	4972	6
Curitiba	31,4	10,2	21,3	2774	8
Florianópolis	32,7	6,6	24,4		7
Fortaleza	32	6,5	25,1	5611	5
Goiânia	34,6	13,4	21	4455	4
João Pessoa	30,9	6,1	24,6	5542	6
Macapá	33,5	9	25,8		7
Maceió	32,2	8,2	24,6	5138	6
Manaus	34,9	9,1	26,4	5177	7
Natal	32,1	8	24,8	6274	6
Porto Alegre	35,9	9,6	23,9	5476	5
Porto Velho	34,8	12,5	26	6666	7
Recife	31,4	7,4	24,7	5105	6
Rio Branco	35,6	12,7	25,4	6496	7
Rio de Janeiro	35,1	6,4	25,6	5722	5
Salvador	31,6	6,1	25	5643	5
São Luís	32,5	7,4	25,4	5124	5
São Paulo	31,9	9,2	21,3	5180	6
Teresina	37,9	13,2	25,1	5448	5
Vitória	34,6	7,4	25,9	4068	5

Tabela 4 – Dados de dias típicos de inverno de algumas cidades Brasileiras

Cidade	Temperatura mínima diária oC	Amplitude diária de temperatura oC	Temperatura de bulbo úmido oC	Radiação solar Wh/m2	Nebulosidade décimos
Aracaju	18,7	5,1	21,5	5348	6
Belém	20,4	10,0	25,5	4161	6
Belo Horizonte	8,7	12,6	16,0	3716	3
Boa Vista	20,7	8,4	24,9		7
Brasília	10,0	12,2	14,8	4246	3
Campo Grande	13,7	11,5	17,3	4250	4
Cuiabá	11,4	14,3	20,1	4163	4
Curitiba	0,7	11,6	11,0	1666	6
Florianópolis	6,0	7,4	13,4		6
Fortaleza	21,5	7,0	24,0	5301	5
Goiânia	9,6	14,9	16,2	1292	3
João Pessoa	19,2	6,5	22,4	4836	6
Macapá	21,8	6,5	24,9		8
Maceió	17,8	7,5	21,7	4513	6
Manaus	21,4	7,9	25,0	4523	7
Natal	19,1	7,8	22,5	5925	5
Porto Alegre	4,3	8,6	12,1	2410	6
Porto Velho	14,1	14,1	23,6	6670	5
Recife	18,8	6,7	22,1	4562	6
Rio Branco	11,9	14,9	22,1	6445	6
Rio de Janeiro	15,8	6,3	19,1	4030	5
Salvador	20,0	5,0	21,7	4547	5
São Luís	21,5	6,9	24,9	4490	6
Sâo Paulo	6,2	10,0	13,4	4418	6
Teresina	18,0	12,6	22,9	5209	4
Vitória	16,7	6,9	20,4	2973	5

NOTA: O dia típico de projeto para o inverno deve desconsiderar medições realizadas no período das 0h (zero hora) até as 5h (cinco horas), exceto para os módulos que contemplam alojamentos.

5.1.2 Procedimento por meio de medições no local

Atender os requisitos e critérios estabelecidos, por meio da realização de medições em edificações construídas.

Quando realizada, a avaliação do desempenho térmico de edificações por meio de medição deve ser conduzida conforme o procedimento abaixo descrito.

a) A avaliação do desempenho térmico de edificações, via medições *in loco*, deve ser feita em edificações em escala real (1:1), seguindo o procedimento apresentado nas alíneas b) a e);

b) Medir a temperatura de bulbo seco do ar no centro dos recintos, a 1,20m do piso. Para as medições de temperatura, seguir as especificações de equipamentos e montagem dos sensores, apresentadas na ISO 7726;

c) Considerar as situações apresentadas a seguir:

c.1) no caso de uma única edificação térrea, medir em todos os recintos conforme indicado na alínea b), tais como se apresentam;

c.2) em caso de edificações modulares térreas, escolher um ou mais módulos, que possibilitem a avaliação nas condições representativas da implantação da edificação escolar.

d) Período de medição: O dia tomado para análise deve corresponder a um dia típico de projeto, de verão ou de inverno, precedido por pelo menos um dia com características semelhantes. Recomenda-se, como regra geral, trabalhar com uma sequência de três dias e analisar os dados do terceiro dia. Para efeito da avaliação por medição, o dia típico é caracterizado unicamente pelos valores da temperatura do ar exterior medidos no local.

NOTA: O dia típico de projeto para o inverno deve desconsiderar medições realizadas no período das 0h (zero hora) até as 5h (cinco horas), exceto para os módulos que contemplam alojamentos.

e) Os valores da temperatura do ar exterior dos dias típicos de verão e inverno de diversas localidades estão apresentados nas Tabelas 3 e 4. Caso a cidade não conste nestas Tabelas, utilizar os dados climáticos da cidade mais próxima, dentro da mesma região climática, com altitude de mesma ordem e grandeza.

5.1.2.1 Requisito – Aberturas para ventilação

Apresentar aberturas, nas fachadas das edificações escolares, com dimensões adequadas para proporcionar a ventilação interna dos ambientes.

Este requisito se aplica aos ambientes de longa permanência de pessoas.

5.1.2.1.1 Critério

Os ambientes de permanência prolongada devem ter aberturas para ventilação com áreas que atendam à legislação específica do local da obra, incluindo Códigos de Obras, Códigos Sanitários e outros.



Quando não houver exigências de ordem legal, para o local de implantação da obra, podem ser adotados os valores indicados na Tabela 5.

Tabela 5 - Área mínima de ventilação em ambientes de longa permanência de pessoa

Nível	Aberturas para Ventilação (A)	
Nível de desempenho Mínimo	Zonas 1 a 7 Aberturas médias	Zona 8 Aberturas grandes
	A ≥ 7% da área de piso	A ≥ 12 % da área de piso (REGIÃO NORTE) A ≥8 % da área de piso (REGIÃO NORDESTE E SUDESTE)
NOTA 1: nas zonas de 1 a 6 as áreas de ventilação devem ser passíveis de serem vedadas durante o período de inverno		

5.1.2.1.1.1 Método de avaliação

Análise do projeto arquitetônico, considerando, para cada ambiente de longa permanência, a seguinte relação:

$$A = 100 \cdot (A_A / A_P) \ (\%)$$

onde:

$\boldsymbol{A_A}$ é a área efetiva de abertura de ventilação do ambiente, sendo que para o cálculo desta área somente são consideradas as aberturas que permitam a livre circulação do ar, devendo ser descontadas as áreas de perfis, vidros e de qualquer outro obstáculo; nesta área não são computadas as áreas de portas internas. No caso de cômodos dotados de portas-balcão ou semelhantes, na fachada do edifício, toda a área aberta resultante do deslocamento da folha móvel da porta é computada;

$\boldsymbol{A_P}$ é a área de piso do ambiente.

SEGURANÇA	1	DESEMPENHO ESTRUTURAL
	2	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
	3	SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO
HABITABILIDADE	4	ESTANQUEIDADE
	5	DESEMPENHO TÉRMICO
	6	**DESEMPENHO ACÚSTICO**
	7	DESEMPENHO LUMÍNICO
	8	SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR
	9	FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE
	10	CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO
SUSTENTABILIDADE	11	DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE
	12	ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

VERSO EM BRANCO

6 DESEMPENHO ACÚSTICO

Acústica em ambientes escolares é uma exigência que deve ser destacada dentre as demais existentes. Como é sabida, a exposição ao ruído tem efeito direto sobre o estado mental dos alunos e professores, podendo apresentar impactos quais sejam: baixo nível de compreensão da fala, perda da atenção e concentração, instabilidade psicológica e comportamento agressivo.

Os requisitos e critérios abaixo descritos têm como objetivo:

- Providenciar a compreensão da fala;
- Providenciar a correta transmissão da fala;
- Restringir ruídos provenientes do exterior e áreas adjacentes;
- Providenciar boas condições acústicas dentro do próprio ambiente.

As vedações verticais e a cobertura da edificação escolar devem apresentar isolamento acústico adequado, no que se refere aos ruídos aéreos provenientes do exterior da edificação e ruídos aéreos gerados no interior da edificação (isolação entre ambientes). Os valores aqui definidos são obtidos por meio de ensaios realizados em campo para o sistema construtivo.

6.1 MÉTODOS DISPONÍVEIS PARA A VERIFICAÇÃO

6.1.1 Descrição dos métodos

6.1.1.1 Método de precisão, realizado em laboratório

Este método determina a isolação sonora de componentes e elementos construtivos (parede, janela, porta e outros), fornecendo valores de referência de cálculo para projetos. O método de ensaio é descrito na norma ISO 10140-2.

Para avaliar um projeto com diversos elementos (parede com janela, parede com porta etc.), é necessário ensaiar cada um e depois calcular o isolamento global do conjunto.

6.1.1.2 Método de engenharia, realizado em campo

Para o sistema de vedação vertical externo (fachadas) e cobertura: determinar, em campo, de forma rigorosa, o isolamento sonoro global da vedação externa (conjunto fachada e cobertura) para edificações térreas, caracterizando de forma direta o comportamento acústico do sistema. O método é descrito na ISO 140-5.

Para o sistema de vedação vertical interno (paredes internas): determina, em campo, de forma rigorosa, o isolamento sonoro global entre ambientes autônomos e entre um determinado ambiente e outros ambientes, caracterizando de forma direta o comportamento acústico do sistema. O método é descrito na ISO 140-4.

Os resultados obtidos restringem-se somente às medições efetuadas.

6.1.1.3 Método simplificado de campo

Este método permite obter uma estimativa do isolamento sonoro global da vedação externa (conjunto fachada e cobertura, no caso de edificações térreas) e do isolamento sonoro global entre recintos internos, em situações onde não se dispõe de instrumentação necessária para medir o tempo de reverberação, ou quando as condições de ruído de fundo não permitem obter este parâmetro. O método simplificado é descrito na ISO 10052.

Os resultados obtidos restringem-se somente às medições efetuadas.

Entre os métodos de medição de campo, o método de engenharia é o mais preciso.

6.1.1.4 Parâmetros de verificação

Os parâmetros de verificação adotados constam na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros acústicos de verificação

Símbolo	Descrição	Norma	Aplicação
R_w	Índice de Redução Sonora Ponderado	ISO 10140-2 ISO 717-1	Componentes, em laboratório
$D_{nT,w}$	Diferença Padronizada de Nível Ponderada	ISO 140-4 ISO 717-1	Vedações verticais e horizontais internas, em edifícios (paredes etc.)
$D_{2m,nT,w}$	Diferença Padronizada de Nível Ponderada a 2m de distância da fachada	ISO 140-5 ISO 717-1	Fachadas, em edifícios

6.1.1.5 Requisito – Níveis de ruído admitidos na edificação escolar

6.1.1.5.1 Critério – Diferença padronizada de nível ponderada, promovida pela vedação externa (fachada e cobertura, no caso de edificações térreas), verificada em ensaio de campo

6.1.1.5.1.1 Método de avaliação

Devem ser avaliados os ambientes da edificação escolar. Deve-se utilizar um dos métodos de campo conforme itens 6.1.1.2 e 6.1.1.3 deste caderno para a determinação dos valores da diferença padronizada de nível, $D_{2m,nT,w}$.

As medições devem ser executadas com portas e janelas fechadas, tais como foram entregues pela construtora. Os valores mínimos de desempenho são indicados na Tabela 2.

Tabela 2 — Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{2m,nT,w}$) da vedação externa de sala de aula, sala de leitura (multiuso), sala de professores, sala de diretor, laboratório de informática, secretaria (orientação) e berçário.

Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
I	Edificação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas (Área Rural)	≥20
II	Edificação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III (Área urbana)	≥25
III	Edificação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação (Área urbana)	≥30

NOTA 1: Em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias há necessidade de estudos específicos

Valores de referência R_w, obtidos em ensaios de laboratório, para orientação a fabricantes e projetistas, constam na Tabela 3.

Tabela 3 — Índice de redução sonora ponderado, R_w, de fachadas

Classe de ruído	Localização da habitação	R_w [dB]
I	Edificação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas (Área Rural)	≥25
II	Edificação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III (Área urbana)	≥30
III	Edificação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação (Área urbana)	≥35

6.1.1.5.2 Critério - Diferença padronizada de nível ponderada, promovida pela vedação entre ambientes, verificado em ensaio de campo

6.1.1.5.2.1 Método de avaliação

Utilizar um dos métodos de campo de 6.1.1.2 e 6.1.1.3 deste caderno para a determinação dos valores da diferença padronizada de nível, $D_{nT,w}$.

As medições devem ser executadas com portas e janelas dos ambientes fechadas, tais como foram entregues pela empresa construtora.

6.1.1.6 Nível de desempenho

O sistema de vedação vertical interna deve apresentar desempenho de diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$, conforme Tabela 4.

Tabela 4 — Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$, entre ambientes

Elemento	$D_{nT,w}$ [dB]
Vedação entre salas de aula contíguas, ou entre salas de aula e salas de estudo (multiuso), ou entre salas de estudos e laboratórios, ou entre banheiros e salas de estudos - parede de geminação	≥45
Parede cega de salas de aula, ou de salas de leitura (multiuso), ou de berçários, ou de laboratórios, ou de sala de diretor, ou de sala de reuniões de professores contígua a áreas de circulação; parede de sala de diretor contígua a secretaria (orientação)	≥40
NOTA 1: Em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias há necessidade de estudos específicos	

Valores de referência R_w, obtidos em ensaios de laboratório, para orientação a fabricantes e projetistas, constam na Tabela 5.

Tabela 5 — Índice de redução sonora ponderado, R_w

Elemento	R_w [dB]
Vedação entre salas de aula contíguas, ou entre salas de aula e salas de estudo (multiuso), ou entre salas de estudos e laboratórios, ou entre banheiros e salas de estudos - parede de geminação	≥50
Parede cega de salas de aula, ou de salas de leitura (multiuso), ou de berçários, ou de laboratórios, ou de sala de diretor, ou de sala de reuniões de professores contígua a áreas de circulação; parede de sala de diretor contígua a secretaria (orientação)	≥45

SEGURANÇA	1	DESEMPENHO ESTRUTURAL
	2	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
	3	SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO
HABITABILIDADE	4	ESTANQUEIDADE
	5	DESEMPENHO TÉRMICO
	6	DESEMPENHO ACÚSTICO
	7	**DESEMPENHO LUMÍNICO**
	8	SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR
	9	FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE
	10	CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO
SUSTENTABILIDADE	11	DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE
	12	ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

VERSO EM BRANCO

7 DESEMPENHO LUMÍNICO

O conforto visual está ligado diretamente ao nível de iluminamento do ambiente, quer seja natural ou artificial. Leva-se em consideração que a iluminação permite que os ambientes estejam aptos ao desenvolvimento das atividades para os quais foram projetados.

Uma iluminação inadequada poderá causar impactos com relação à saúde visual, dificuldade de leitura, entre outros. Desta forma, tratando-se de especificação voltada para edificações escolares, os ambientes, especialmente salas de aulas, laboratórios e bibliotecas, devem proporcionar conforto lumínico suficiente para o desenvolvimento de atividades didáticas (redação, leitura, jogos etc.).

7.1 REQUISITO – ILUMINAÇÃO NATURAL

Propiciar condições de iluminação natural nas dependências da edificação escolar durante o dia.

7.1.1 Critério – Níveis mínimos de iluminação natural

Contando unicamente com iluminação natural, os níveis gerais de iluminamento nas diferentes dependências da edificação escolar devem atender ao disposto na Tabela 1.

Tabela 1 — Níveis mínimos de iluminamento natural

Conjunto funcional		Iluminação natural (relação mínima entre área de esquadrias externas que proporcionam iluminação efetiva e área de piso do ambiente)
Administrativo	Diretoria	1/5
	Secretaria / Orientação	
	Recepção	
	Sala de reunião / professores	
	Almoxarifado	1/10
	Sanitários	
Pedagógico	Refeitório	1/8
	Pátio	Não se aplica
	Multiuso/leitura	1/5
	Pré-escola	1/5
	Laboratório de informática	1/5
	Sanitário PNE	1/10
	Sanitário comum	1/10
	Creche III / II (sala aula)	1/5
	Creche III / II / I (repouso)	1/8
	Creche III / II (escaninho)	Não se aplica
	Creche III / II / I (solário)	Não se aplica

Conjunto funcional		Iluminação natural (relação mínima entre área de esquadrias externas que proporcionam iluminação efetiva e área de piso do ambiente)
	Creche II (banheiro / vestiário)	1/10
	Creche I (alimentação/ amamentação)	1/6
	Creche I (berçário)	1/8
	Creche I (fraldário / trocador)	1/10
Serviços	Lavanderia	1/5
	Bebedouro	Não se aplica
	Lavagem de alimentos	1/5
	Lavagem de utensílios	1/5
	Cocção	1/5
	Despensa	1/8
	Copa de funcionários	1/5
	Buffet	1/5
	Lactação	1/5
	Guarda de utensílios	1/5
	Banheiro / vestiário	1/10

7.1.1.1 Método de avaliação

Análise de projeto, em face das premissas estabelecidas no item 7.1.1.2 deste caderno, ou inspeção ~~in~~ loco".

7.1.1.2 Premissas de projeto

Os projetos para os ambientes com iluminação natural devem considerar:

- dimensões e disposição dos ambientes;
- dimensionamento e posição das esquadrias externas;
- tipo de esquadria externa e de envidraçamento;
- poços de ventilação e iluminação;
- domus ou outros dispositivos de iluminação.

7.2 REQUISITO – ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Propiciar condições de iluminação artificial interna satisfatórias, segundo as Normas Brasileiras vigentes, para ocupação dos recintos e circulação nos ambientes com conforto e segurança.

7.2.1 Níveis mínimos de iluminação artificial

Os níveis mínimos de iluminação promovidos nos diferentes ambientes das edificações escolares por iluminação artificial devem atender ao disposto na Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 2 — Níveis de iluminamento mínimo para iluminação artificial – Proinfância

Conjunto funcional	Ambiente	Nível de iluminamento (lux)
Bloco Administrativo	Secretaria	300
	Diretoria	300
	Recepção	300
	Sala de reunião/ professores	300
	Almoxarifado	150
	Sanitários	100
Bloco Serviços	Rouparia	150
	Lavanderia	150
	Vestiário/Sanitários	100
	Despensa (Secos/Perecíveis)	150
	Cozinha	200
	Lactário	200
	Buffet	200
Bloco Multiuso	Leitura	500
	Laboratório de informática	300
	Sanitários	100
Bloco Pedagógico	Pré - escola	300
	Creche I /II /III (Fraldário, alimentação, amamentação, berçário, recreação, trocador, wc, vestiário, etc.)	300
Pátio coberto	Pátio coberto	150
Anfiteatro	Anfiteatro (área descoberta)	100
Playground	Área descoberta	100
Áreas Comuns	Corredores	100
	Estacionamento	100
	Secagem de roupas	100
	Depósito de lixo	100
	Abrigo de gás	100

Tabela 3 — Níveis de iluminamento mínimo para iluminação artificial – Pronacampo

Conjunto funcional	Ambiente	Nível de iluminamento (lux)
Módulo Administrativo	Secretaria	300
	Diretoria	300
	Pátio	150
	Sala de reunião de professores	300
	Almoxarifado	150
	Sanitários	100
Módulo Serviços	Refeitório	150
	Sanitários/vestiários	100
	Cozinha	200
	Área de serviço	100
Módulo Quadra Coberta	Quadra coberta	150
Módulo Pedagógico	Biblioteca	500
	Sala de informática	300
	Salas de aula	300
	Sala multiuso	300
Módulo Laboratório	Laboratório	300
	Ferramental	300
Módulo Educação infantil	Creche	200
	Berçário	100
	Lactário	200
	Sanitários	100

Conjunto funcional	Ambiente	Nível de iluminamento (lux)
	Pré - escola	300
Módulo Alojamento de Professores	Quarto	100
	Sanitários	100
	Sala de estar	100
	Cozinha	200
Módulo Alojamento de Alunos	Dormitório masculino	100
	Dormitório feminino	100
	Sanitários	100
	Copa	200
	Área de serviço	100
	Pátio de serviço	100
Módulo Terra	Pátio coberto	100
	Galpão multiuso	100

7.2.1.1 Método de avaliação

Análise de projeto ou inspeção “in loco”, utilizando um dos métodos estabelecidos no Anexo A, para iluminação artificial.

Anexo A

Procedimento de avaliação do desempenho lumínico

A.1 Generalidades

A verificação ao atendimento aos requisitos e critérios de desempenho lumínico deve ser efetuada por meio de um dos métodos propostos a seguir, considerando que o uso dos métodos de cálculo resultará em valores de iluminância média com no máximo 10% de erro sobre os valores medidos in loco.

A.2 Método de cálculo para iluminação natural

De acordo com a ABNT NBR 15215, estimar o nível de iluminamento para o plano horizontal sempre a 0,80 m acima do nível do piso, nas seguintes condições:

- no para o centro dos ambientes;
- nos pontos centrais de corredores internos ou externos à unidade.

A.3 Método por simulação para iluminação natural

A simulação deve ser realizada com programa de simulação dinâmica de iluminação natural, utilizando arquivo climático com 8.760 horas em formato adequado. Conforme legislação vigente.

Para a simulação do ambiente deve ser feita malha na altura do plano de trabalho, com no mínimo 25 pontos de avaliação, e deve ser modelado o entorno do ambiente simulado.

Na maioria dos ambientes de permanência prolongada, cozinha e área de serviço/lavanderia (50% mais 1) sem proteção solar deve-se comprovar a obtenção de 60lux de iluminância em 70% do ambiente, durante 70% das horas com luz natural no ano.

Na maioria dos ambientes de permanência prolongada (50% mais 1) com proteção solar deve-se comprovar a obtenção de 60 lux de iluminância em 50% do ambiente, durante 70% das horas com luz natural no ano.

A.4 Artificial

Realização de medições no período noturno, no plano horizontal, a 0,80 m acima do nível do piso, com o emprego de luxímetro portátil com erro máximo ±5 % do valor medido, nas seguintes condições:

- medições sem nenhuma entrada de luz externa (portas, janelas e cortinas fechadas);
- medições realizadas com a iluminação artificial do ambiente totalmente ativada, sem a presença de obstruções opacas;
- medições no centro dos ambientes;
- medições nos pontos centrais de corredores internos ou externos à unidade.

A.5 Método de cálculo para iluminação artificial

De acordo com a ABNT NBR 5382, para o período noturno, calculando o nível de iluminamento para o plano horizontal sempre a 0,80 m acima do nível do piso, nas seguintes condições:

- Cálculos sem nenhuma entrada de luz externa (portas, janelas e cortinas fechadas);
- Cálculos realizados com a iluminação artificial do ambiente totalmente ativada, sem a presença de obstruções opacas;
- Cálculos no centro dos ambientes;
- Cálculos nos pontos centrais de corredores internos ou externos à unidade.

VERSO EM BRANCO

SEGURANÇA	1	DESEMPENHO ESTRUTURAL
	2	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
	3	SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO
HABITABILIDADE	4	ESTANQUEIDADE
	5	DESEMPENHO TÉRMICO
	6	DESEMPENHO ACÚSTICO
	7	DESEMPENHO LUMÍNICO
	8	SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR
	9	FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE
	10	CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO
SUSTENTABILIDADE	11	DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE
	12	ADEQUAÇÃO AMBIENTAL



VERSO EM BRANCO

8 SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR

As exigências relativas à saúde devem atender a legislação vigente e aos requisitos abaixo descritos.

8.1 REQUISITOS – ATMOSFERA E ÁREAS INTERNAS DOS AMBIENTES

a) Proliferação de microorganismos - Propiciar condições de salubridade no interior da edificação, considerando as condições de umidade e temperatura no interior, aliadas ao tipo dos sistemas utilizados na construção.

b) Poluentes na atmosfera interna à edificação - Os materiais, equipamentos e sistemas empregados na edificação não podem liberar produtos que poluam o ar em ambientes confinados, originando níveis de poluição acima daqueles verificados no entorno. Enquadram-se nesta situação os aerodispersóides, gás carbônico e outros.

8.1.1 Critérios e métodos de avaliação

Os requisitos mencionados devem atender aos critérios fixados na legislação específica aplicável, sendo verificados pelos métodos de ensaios nela estabelecidos.

8.2 REQUISITO – CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA A PARTIR DOS COMPONENTES DAS INSTALAÇÕES

Evitar a introdução de substâncias tóxicas ou impurezas.

8.2.1 Critério – Independência do sistema de água

O sistema de água fria deve ser separado fisicamente de qualquer outra instalação que conduza água não potável ou fluida de qualidade insatisfatória, desconhecida ou questionável.

Os componentes da instalação do sistema de água fria não devem transmitir substâncias tóxicas à água ou contaminar a água por meio de metais pesados.

8.2.1.1 Método de avaliação

Verificação do projeto quanto ao atendimento às ABNT NBR 5626, ABNT NBR 5648, ABNT NBR 13206, ABNT NBR 5688 e ABNT NBR 7542.

Verificação da menção em projeto da utilização de componentes que assegurem a não existência de substâncias nocivas ou presença de metais pesados.

8.3 REQUISITO – CONTAMINAÇÃO BIOLÓGICA DA ÁGUA NA INSTALAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL

Não utilizar material ou componente que permita o desenvolvimento de bactérias ou outras atividades biológicas, as quais provocam doenças.

8.3.1 Critério – Risco de contaminação biológica das tubulações

Todo componente de instalação aparente deve ser fabricado de material lavável e impermeável para evitar a impregnação de sujeira ou desenvolvimento de bactérias ou atividades biológicas.

8.3.2 Critério – Risco de estagnação da água

Os componentes da instalação hidráulica não devem permitir o empoçamento de água.

8.3.3 Método de avaliação

Os tampos de pias, lavatórios, pisos de vestiários, banheiros e áreas de banho, quando ensaiados de acordo com o método indicado no Anexo A, não devem permitir empoçamentos.

8.4 Requisito – Contaminação da água potável do sistema predial

Não ser passível de contaminação por qualquer fonte de poluição ou agentes externos.

8.4.1 Critério – Tubulações e componentes de água potável enterrados

Os componentes do sistema de instalação enterrados devem ser protegidos contra a entrada de animais ou corpos estranhos, bem como de líquidos que possam contaminar a água potável, em conformidade com as ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 8160.

8.4.1.1 Método de avaliação

Verificação do projeto quanto ao atendimento das ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 8160.

8.5 Requisito – Contaminação por refluxo de água

Não permitir o refluxo ou retrossifonagem.

8.5.1 Critério – Separação atmosférica

A separação atmosférica por ventosas (ou dispositivos quebradores de vácuo) deve atender às exigências da ABNT NBR 5626.

8.5.1.1 Método de avaliação

Verificação do projeto quanto ao atendimento à ABNT NBR 5626.

8.6 Requisito – Ausência de odores provenientes da instalação de esgoto

Não permitir o retorno de gases aos ambientes sanitários.

8.6.1 Critério – Estanqueidade aos gases

O sistema de esgotos sanitários deve ser projetado de forma a não permitir a retrossifonagem ou quebra do selo hídrico.

8.6.1.1 Método de avaliação

Verificação do projeto quanto ao atendimento à ABNT NBR 8160.

8.7 Requisito – Contaminação do ar ambiente pelos equipamentos

Não deve haver possibilidade de contaminação por geração de gás.

8.7.1 Critério – Teor de poluentes

Os ambientes não devem apresentar teor de CO_2 superior a 0,5% e de CO superior a 30 ppm.

8.7.1.1 Método de avaliação

Verificação do projeto quanto ao atendimento à ABNT NBR 13103, bem como inspeção no local dos ambientes.

8.8 REQUISITO – VENTILAÇÃO NATURAL

Propiciar condições de ventilação natural nas dependências da edificação escolar.

8.8.1 Critério – Aberturas mínimas de caixilhos para ventilação natural

As aberturas livres mínimas dos caixilhos utilizados nas diferentes dependências da edificação escolar devem atender ao disposto na Tabela 1.

Tabela 1 — Ventilação natural mínima nas dependências dos conjuntos funcionais

Conjunto funcional		Ventilação natural mínima (relação mínima entre área de esquadrias externas que proporcionam ventilação efetiva e área de piso do ambiente)
Administrativo	Diretoria	1/10
	Secretaria / Orientação	
	Recepção	
	Sala de reunião / professores	
	Almoxarifado	1/20
	Sanitários	
Pedagógico	Refeitório	1/16
	Multiuso/leitura	1/10
	Pré-escola	
	Laboratório de informática	
	Sanitário PNE	1/20
	Sanitário comum	
	Pátio	Não se aplica
	Creche III / II (sala aula)	1/10
	Creche III / II / I (repouso)	1/10

Conjunto funcional		Ventilação natural mínima (relação mínima entre área de esquadrias externas que proporcionam ventilação efetiva e área de piso do ambiente)
	Creche III / II (escaninho)	Não se aplica
	Creche III / II / I (solário)	Não se aplica
	Creche II (banheiro / vestiário)	1/20
	Creche I (alimentação/ amamentação)	1/16
	Creche I (berçário)	1/10
	Creche I (fraldário / trocador)	1/20
Serviços	Lavanderia	2/15
	Lavagem de alimentos	
	Lavagem de utensílios	
	Cocção	
	Copa de funcionários	
	Buffet	
	Lactação	
	Guarda de utensílios	
	Banheiro / vestiário	1/20
	Despensa	1/16
	Bebedouro	Não se aplica

8.8.1.1 Método de avaliação

Análise de projeto, em face das premissas estabelecidas no item 8.8.1 deste caderno.

8.8.1.2 Premissas de projeto

Os projetos para os ambientes com ventilação natural devem considerar:

- dimensões e disposição dos ambientes;
- dimensionamento e posição das esquadrias externas;
- tipo de esquadria externa e de envidraçamento.

ANEXO A

Verificação do escoamento de água disposta em áreas molhadas e molháveis – Método de ensaio

A.1 Princípio

Este Anexo especifica um método de ensaio para verificação do escoamento de água disposta em áreas molháveis e áreas molhadas.

A.2 Diretrizes

O ensaio consiste em expor as áreas molhadas e molháveis da edificação a uma lâmina de água representativa à utilização daquela determinada área e avaliar visualmente seu escoamento para o local destinado.

A.3 Aparelhagem

Não há necessidade de aparelhagem específica para a realização do ensaio.

A.4 Preparação e preservação dos corpos-de-prova

O ensaio é realizado no local, as áreas a serem submetidas à verificação devem estar construídas e aptas a receberem lâminas de água representativas à utilização.

A.5 Procedimento

A.5.1 providenciar água em quantidade suficiente para conformar lâmina representativa à utilização da área a ser avaliada.

A.5.2 colocar a água com velocidade reduzida, de modo a conformar a lâmina.

A.5.3 observar o escoamento da água para seu local de destinação.

A.5.4 verificar a formação de poças e/ou retenção do líquido.

A.6 Expressão dos resultados

Relatos e registros fotográficos do verificado em H.5.3 e H.5.4.

A.7 Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações:

- identificação do solicitante;
- identificação do fornecedor; identificação da área submetida ao ensaio;
- descrição das observações realizadas e registros fotográficos;
- data do ensaio;
- referência a este Caderno;
- fotos ou desenhos da área/elemento avaliado e sua descrição pormenorizada, incluindo dimensões, materiais constituintes e processo de produção;
- registros sobre eventos não previstos no decorrer do ensaio ou outras informações julgadas pertinentes;
- fazer referência a esse Anexo.



VERSO EM BRANCO

SEGURANÇA	1	DESEMPENHO ESTRUTURAL
	2	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
	3	SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO
HABITABILIDADE	4	ESTANQUEIDADE
	5	DESEMPENHO TÉRMICO
	6	DESEMPENHO ACÚSTICO
	7	DESEMPENHO LUMÍNICO
	8	SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR
	9	**FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE**
	10	CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO
SUSTENTABILIDADE	11	DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE
	12	ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

VERSO EM BRANCO

9 FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE

9.1 REQUISITO – PÉ-DIREITO

Apresentar pé-direito mínimo dos ambientes da edificação escolar compatíveis com as atividades e necessidades humanas. O pé-direito deve ser considerado como a altura livre entre a superfície superior do piso acabado e a superfície inferior do teto ou forro.

9.1.1 Critério – Pé-direito mínimo

Pé-direito exigido de 3,00m com tolerância de ±10% (dez por cento).

9.2 REQUISITO – DISPONIBILIDADE MÍNIMA DE ESPAÇOS PARA USO E OPERAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Os projetos padrões são fornecidos pelo FNDE. Os projetos de transposição, considerando os sistemas construtivos a serem utilizados, devem ser adequados de modo a permitir a disponibilidade de espaço nos diversos ambientes, conforme previsto originalmente no projeto básico de arquitetura, para colocação e utilização do mobiliário e equipamentos.

9.2.1 Método de avaliação

Análise de projeto.

9.3 REQUISITO – ADEQUAÇÃO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIAS FÍSICAS OU PESSOAS COM MOBILIDADE REDUZIDA

A edificação deve atender as exigências específicas para pessoas com deficiência física ou com mobilidade reduzida estabelecidas em normas técnicas ou na legislação vigente. As áreas externas devem prever acesso de pessoas com deficiência física, ou com mobilidade reduzida, e de idosos.

9.3.1 Critério – Adequação para pessoas com deficiências físicas ou pessoas com mobilidade reduzida

A edificação deve atender as exigências previstas na ABNT NBR 9050.

9.3.1.1 Método de avaliação

Análise de projeto.

9.4 REQUISITO – POSSIBILIDADE DE AMPLIAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

O proponente do sistema construtivo e a empresa construtora deverão fornecer os projetos executivos, com os detalhes, especificações técnicas e procedimentos para ampliação da edificação, seja com o sistema construtivo proposto, seja com sistemas construtivos convencionais disponíveis na região de construção da edificação.

9.4.1 Critério – Ampliação da edificação

No projeto e na execução das edificações deve ser prevista pelo proponente do sistema construtivo e pela empresa construtora a possibilidade de ampliação, especificando-se os

detalhes construtivos necessários para ligação ou a continuidade de paredes, pisos, coberturas e instalações.

Deve constar do projeto executivo as especificações, os detalhes construtivos e os procedimentos necessários para ampliação do corpo da edificação, do piso, do telhado e das instalações prediais, considerando a coordenação dimensional e as compatibilidades físicas e químicas com os materiais disponíveis regionalmente.

As especificações e os detalhes construtivos fornecidos devem permitir no mínimo a manutenção do desempenho da edificação original não ampliada, relativamente ao comportamento estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade à água, desempenho térmico, desempenho acústico e durabilidade.

9.4.1.1 Método de avaliação

Análise de projeto.

9.5 Requisito – Sistema de pisos para pessoas portadoras de deficiência física ou pessoas com mobilidade reduzida

9.5.1 Critério

O sistema de piso deve atender à ABNT NBR 9050.

9.5.1.1 Método de avaliação

Análise do projeto e atendimento à ABNT NBR 9050.

9.6 Requisito – Manutenção dos equipamentos e dispositivos ou componentes constituintes e integrantes do sistema de cobertura

Possibilitar a instalação, manutenção e desinstalação de dispositivos e equipamentos necessários à operação da edificação.

9.6.1 Critério – Instalação, manutenção e desinstalação de equipamentos e dispositivos da cobertura

O sistema de cobertura deve ser passível de proporcionar meios pelos quais permitam atender fácil e tecnicamente às vistorias, manutenções e instalações previstas em projeto.

9.6.1.1 Método de avaliação

Análise dos projetos de arquitetura conforme ABNT NBR 13532, ABNT NBR 9575, ABNT NBR 5419, ABNT NBR 10844.

9.6.1.2 Prescrição de projeto

O projeto deve:

- compatibilizar o disposto nas ABNT NBR 5419, ABNT NBR 10844 e ABNT NBR 9575;
- prever todos os componentes, materiais e seus detalhes construtivos integrados ao sistema de cobertura;
- prever meios de acesso, incluindo: condições de segurança, condições ergonômicas para inspeções e realização dos serviços de manutenção, bem como desinstalação;

- quando pertinente, devem ser indicados os componentes, materiais e detalhes construtivos indicados para ampliação do sistema de cobertura.

9.7 REQUISITO – TEMPERATURA DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA

Devem ser previstos dispositivos de aquecimento de forma a manter a temperatura da água nos pontos de utilização adequada ao uso humano e às atividades de uso e lavagem.

9.7.1 Critério – Temperatura de aquecimento

Os equipamentos para aquecimento de água devem proporcionar incremento de temperatura da água de forma que não sejam superados os valores indicados na Tabela 1.

Tabela 1 — Temperatura máxima da água na saída do equipamento de aquecimento

Aparelho	Potência (kW)	Temperatura máxima (°C)
		Aparelho sem protetor térmico
Chuveiro	Até 7,8	50
Torneira	Até 9,0	50
Aquecedor de passagem	Até 5,5	55
	Superior a 5,5 e até 9,0	70

9.7.1.1 Método de avaliação

Os equipamentos, quando ensaiados conforme as ABNT NBR 12090, ABNT NBR 14016 e ABNT NBR 14011, devem atender aos valores indicados na Tabela 1.

9.8 REQUISITO – FUNCIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE ÁGUA

Satisfazer às necessidades de abastecimento de água fria e quente.

9.8.1 Critério – Dimensionamento da instalação de água fria e quente

O sistema predial de água fria e quente deve fornecer água na pressão, vazão e volume compatíveis com o uso, associado a cada ponto de utilização, considerando a possibilidade de uso simultâneo.

9.8.1.1 Método de avaliação

Verificação do projeto quanto ao atendimento das ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 7198.

9.8.2 Critério – Funcionamento de dispositivos de descarga

As caixas e válvulas de descarga devem obedecer ao disposto nas ABNT NBR 15491 e ABNT NBR 15857 no que diz respeito à vazão e volume de descarga.

9.8.2.1 Método de avaliação

Verificação do volume de descarga de acordo com o método de ensaio estabelecido na ABNT NBR 15857.

9.9 REQUISITO – FUNCIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE ESGOTO

Coletar e afastar, até a rede pública ou sistema de tratamento e disposição privados, os efluentes gerados pela edificação.

9.9.1 Critério – Dimensionamento da instalação de esgoto

O sistema predial de esgoto deve coletar e afastar nas vazões com que normalmente são descarregados os aparelhos sem que haja transbordamento, acúmulo na instalação, contaminação do solo ou retorno a aparelhos não utilizados.

9.9.1.1 Método de avaliação

Verificação do projeto quanto ao atendimento das ABNT NBR 8160, ABNT NBR 7229 e ABNT NBR 13969.

9.10 REQUISITO – FUNCIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS

Coletar e conduzir água de chuva.

9.10.1 Critério – Dimensionamento de calhas e condutores

As calhas e condutores devem suportar a vazão de projeto, calculada a partir da intensidade de chuva adotada para a localidade e para um certo período de retorno.

9.10.1.1 Método de avaliação

Verificação do projeto quanto ao atendimento à ABNT NBR 10844.

SEGURANÇA	1	DESEMPENHO ESTRUTURAL
	2	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
	3	SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO
HABITABILIDADE	4	ESTANQUEIDADE
	5	DESEMPENHO TÉRMICO
	6	DESEMPENHO ACÚSTICO
	7	DESEMPENHO LUMÍNICO
	8	SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR
	9	FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE
	10	**CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO**
SUSTENTABILIDADE	11	DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE
	12	ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

VERSO EM BRANCO

10 CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO

As partes da edificação não devem apresentar rugosidades, contundências ou outras irregularidades que possam prejudicar atividades normais como: caminhar, apoiar, manusear, limpar, brincar, entre outras. As superfícies das camadas de acabamento devem ser homogêneas e regulares. Quanto aos dispositivos de manobra de portas, janelas, registros, torneiras, válvulas e caixas de descarga também devem ser consideradas as características de tatibilidade, de modo a não impactar em sua utilização.

O sistema construtivo e as partes que o compõe devem prever adaptações antropodinâmicas, viabilizando os movimentos requeridos pelas diversas atividades humanas. No caso de ambientes destinados a usuários com deficiências físicas e pessoas com mobilidade reduzida, os dispositivos de manobra, apoios, alças e outros equipamentos devem obedecer às prescrições da ABNT NBR 9050.

10.1 REQUISITO - CONFORTO TÁTIL E ADAPTAÇÃO ERGONÔMICA

Não prejudicar as atividades normais dos usuários, das edificações escolares, quanto ao caminhar, apoiar, manusear, limpar, brincar e semelhantes. Não apresentar rugosidades, contundências, depressões ou outras irregularidades nos elementos, componentes, equipamentos e quaisquer acessórios ou partes da edificação.

10.1.1 Critério – Adequação ergonômica de dispositivos de manobra

Os elementos e componentes da edificação (trincos, puxadores, maçanetas, cremonas, travas de guilhotinas, suportes de redes de dormir etc.) devem ser projetados, construídos e montados de forma a não provocar ferimentos nos usuários. Da mesma forma devem ser atendidas disposições cabíveis às instalações hidrosanitárias (componentes de manobra de registros, torneiras etc.).

Os elementos e componentes que contam com normas técnicas brasileiras específicas (portas, janelas, fechaduras, torneiras, registros etc.) devem também atender às exigências das respectivas normas.

10.1.1.1 Métodos de avaliação

Análise de projetos e métodos especificados nas normas técnicas brasileiras de cada componente.

10.2 REQUISITO - ADEQUAÇÃO ANTROPODINÂMICA DE DISPOSITIVOS DE MANOBRA

Apresentar formato compatível com a anatomia humana. Não requerer excessivos esforços para a manobra e movimentação.

10.2.1 Critério – Força necessária para o acionamento de dispositivos de manobra

Os componentes, equipamentos e dispositivos de manobra devem ser projetados, construídos e montados de forma a evitar que a força necessária para o acionamento não exceda 10N nem o torque ultrapasse 20Nm.

10.2.1.1 Métodos de avaliação

Análise de projetos e métodos de ensaio relacionados às normas técnicas brasileiras específicas dos componentes.

SUSTENTABILIDADE

VERSO EM BRANCO

SEGURANÇA	1	DESEMPENHO ESTRUTURAL
	2	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
	3	SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO
HABITABILIDADE	4	ESTANQUEIDADE
	5	DESEMPENHO TÉRMICO
	6	DESEMPENHO ACÚSTICO
	7	DESEMPENHO LUMÍNICO
	8	SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR
	9	FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE
	10	CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO
SUSTENTABILIDADE	**11**	**DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE**
	12	ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

VERSO EM BRANCO

11 DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE

11.1 DURABILIDADE

A avaliação da durabilidade envolve vários aspectos que são de difícil determinação. Os fatores de degradação que vão atuar durante a vida útil de uma edificação variam consideravelmente de um produto para outro e se alteram ao longo do tempo. A escolha de quais fatores e em que intensidade eles serão considerados exige muito conhecimento dos materiais empregados. Os produtos são expostos não a agentes isolados, mas à combinação de agentes cuja influência não é geralmente igual à soma das influências dos agentes tomados separadamente. Essas combinações variam de uma situação a outra e podem se alterar com o tempo, de forma que é difícil entendê-las completamente.

A durabilidade da edificação escolar e de seus sistemas é uma exigência econômica, pois está diretamente associada ao custo global do bem imóvel. A durabilidade de um produto se extingue quando ele deixa de cumprir as funções que lhe forem atribuídas, quer seja pela degradação que o conduz a um estado insatisfatório de desempenho, quer seja por obsolescência funcional. O período de tempo compreendido entre o início de operação ou uso de um produto e o momento em que o seu desempenho deixa de atender às exigências do usuário pré-estabelecidas é denominado vida útil.

Projetistas, construtores e proponentes de produtos e sistemas construtivos são responsáveis pelos valores teóricos de vida útil de projeto que podem ser confirmados por meio de atendimento às normas brasileiras, ou Internacionais, e não havendo estas, podem ser consideradas normas estrangeiras na data do projeto. Não obstante, não podem prever, estimar ou se responsabilizar pelo valor atingido de vida útil, uma vez que este depende de fatores fora de seu controle, tais como o correto uso e operação do edifício e de suas partes, a constância e efetividade das operações de limpeza e de manutenção, alterações climáticas, níveis de poluição no local e mudanças no entorno ao longo do tempo (trânsito de veículos, rebaixamento do nível do lençol freático, obras de infraestrutura, expansão urbana, etc).

O valor final atingido de vida útil será uma composição do valor teórico calculado como vida útil de projeto, influenciado positivamente ou negativamente pelas ações de manutenção, fatores internos de controle do usuário e externos (incluindo os de ordem natural) fora de seu controle.

11.1.1 Termos e Definições

Durabilidade: capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções ao longo de sua vida útil, sob condições de uso e de manutenção especificadas.

Vida útil (VU): período de tempo em que a edificação e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos, considerando a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção (a vida útil não pode ser confundida com prazo de garantia legal e certificada).

NOTA: interferem na vida útil (além da vida útil projetada das características dos materiais e da qualidade da construção como um todo), o correto uso e operação da edificação e de suas partes, a constância e efetividade das operações de limpeza e manutenção, alterações

climáticas e níveis de poluição no local de implantação da edificação, mudanças no entorno da obra ao longo do tempo (trânsito de veículos, obras de infraestrutura, expansão urbana), etc. O valor real de tempo de vida útil será uma composição do valor teórico de Vida Útil Projetada devidamente influenciado pelas ações da manutenção, da utilização, da natureza e da sua vizinhança. Espera-se que as negligências no cumprimento integral dos programas definidos no manual de operação, uso e manutenção da edificação, bem como ações anormais do meio ambiente, irão reduzir o tempo de vida útil, podendo este ficar menor que o prazo teórico calculado como Vida Útil.

Vida útil de Projeto (VUP): período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos, considerando o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e supondo o cumprimento da periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção (a VUP não deve ser confundida com tempo de vida útil, durabilidade, prazo de garantia legal e certificada).

NOTA: A VUP é uma estimativa teórica de tempo que compõe o tempo de vida útil (VU). O tempo de VU pode ou não ser confirmado em função da eficiência e registro das manutenções, de alterações no entorno da obra, fatores climáticos, etc.

Custo global: o custo total de uma edificação ou de seus sistemas é determinado considerando-se, além do custo inicial, os custos de operação e de manutenção ao longo da sua vida útil.

Falha: ocorrência que prejudica a utilização do sistema ou do elemento, resultando em desempenho aquém do requerido.

Garantia Legal: direito do consumidor de reclamar reparos, recomposição, devolução ou substituição do produto adquirido, conforme legislação vigente.

Garantia Certificada: Condições dadas pelo fornecedor por meio de certificado ou contrato de garantia para reparos, recomposição, devolução ou substituição do produto adquirido.

Inspeção predial de uso e manutenção: verificação, por meio de metodologia técnica, das condições de uso e de manutenções preventiva e corretiva da edificação.

Manual de operação, uso e manutenção: documento que reúne apropriadamente todas às informações necessárias para orientar as atividades de operação, uso e manutenção da edificação.

Manutenção: conjunto de atividades a serem realizadas ao longo da vida total da edificação para conservar ou recuperar a sua capacidade funcional e de seus sistemas constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários.

Operação: conjunto de atividades a serem realizadas em sistemas e equipamentos com a finalidade de manter a edificação em funcionamento adequado.

Prazo de Garantia Legal: período de tempo previsto em lei que o consumidor dispõe para reclamar dos vícios (defeitos) verificados na compra de produtos duráveis.

Prazo de Garantia Certificada: período de tempo, acima do prazo de garantia legal, oferecido voluntariamente pelo fornecedor (construtor ou fabricante) na forma de certificado ou termo de garantia ou contrato, para que o consumidor possa reclamar dos

vícios (defeitos) verificados na compra de seu produto. Este prazo pode ser diferenciado para cada um dos componentes do produto a critério do fornecedor.

Sistema: a maior parte funcional do edifício. Conjunto de elementos e componentes destinados a cumprir com uma macrofunção que a define (exemplo: fundação, estrutura, vedações verticais, instalações hidrossanitárias, cobertura).

11.1.2 Requisito – Durabilidade da edificação e dos sistemas que a compõem

Projetar os sistemas da edificação escolar de acordo com valores teóricos preestabelecidos de Vida Útil de Projeto.

11.1.2.1 Critério – Vida Útil de Projeto

O projeto deve especificar o valor teórico para a vida útil de projeto (VUP) para cada um dos sistemas que o compõem, não inferiores aos estabelecidos na Tabela 1, e deve ser elaborado para que os sistemas tenham uma durabilidade potencial compatível com a VIDA ÚTIL (VU).

Na ausência de indicação em projeto da VUP dos sistemas, admite-se que os valores adotados correspondem aos relacionados na Tabela 1 para o desempenho mínimo.

11.1.2.1.1 Método de avaliação

Análise do projeto e do Manual de Uso, Operação e Manutenção do produto ou sistema construtivo.

O projeto da edificação e o Manual de Uso, Operação e Manutenção devem considerar os parâmetros mínimos de VUP indicados na Tabela 1. Tais parâmetros devem estar consignados nestes documentos técnicos e, caso sejam adotados valores superiores ao da Tabela 1, estes devem ser explicitados.

O período de tempo a partir do qual se iniciam os prazos de vida útil deve ser sempre o da data de conclusão da edificação, a qual é a data de expedição do Termo de Recebimento Definitivo da Obra.

Tabela 1 — Vida útil de PROJETO VUP

Sistema	VUP mínima (*) (anos)
Estrutura	≥ 50 (segundo ABNT NBR 8681)
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

(*) Considerando periodicidade e processos de manutenção (ABNT NBR 5674) especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção (ABNT NBR 14037).

A avaliação pode ser realizada:

- por meio da verificação do cumprimento das exigências estabelecidas em Normas Brasileiras que estejam relacionadas com a durabilidade dos sistemas do edifício. São exemplos de Normas com estas características as ABNT NBR 6118, ABNT NBR 8800, ABNT NBR 9062 e ABNT NBR 14762;
- pela comprovação da durabilidade dos elementos e componentes dos sistemas, bem como de sua correta utilização, conforme as Normas a elas associadas que tratam da especificação dos elementos e componentes, sua aplicação e métodos de ensaios específicos, como ABNT NBR 5649, ABNT NBR 6136, ABNT NBR 8491, ABNT NBR 9457, ABNT NBR 10834, ABNT NBR 11173, ABNT NBR 13281, ABNT NBR 13438, ABNT NBR 13858-2, ABNT NBR 15210-1, ABNT NBR 15319, ABNT NBR 6565; ABNT NBR 7398; ABNT NBR 7400; ABNT NBR 8094; ABNT NBR 8096 e outras Normas Brasileiras específicas, conforme o caso;
- na inexistência de Normas Brasileiras, por meio do cumprimento das exigências estabelecidas em Normas estrangeiras específicas e coerentes com os componentes empregados na construção e sua aplicação, como ASTM G154-06, ASTM E 424-71, ASTM D 1413-07 e outras;
- pela análise do sistema por meio de inspeção em protótipos e edificações, que possibilite a avaliação da durabilidade por conhecimento das características do sistema obedecendo ao tempo mínimo de comprovação da durabilidade e considerando a vida útil pretendida;
- pela análise dos resultados obtidos em estações de ensaios de durabilidade do sistema, ou dos resultados de ensaios acelerados, desde que seja possível comprovar sua eficácia.

A bibliografia constante no Anexo A pode auxiliar na avaliação da durabilidade.

11.1.2.2 Premissas

As condições de exposição da edificação devem ser especificadas em projeto, a fim de possibilitar uma análise da vida útil de projeto (VUP) e da durabilidade do edifício e seus sistemas.

As especificações relativas à manutenção, uso e operação da edificação e de seus sistemas que forem consideradas em projeto para definição da VUP devem estar claramente detalhadas na documentação que acompanha a edificação ou que subsidia a sua construção.

Dada a complexidade e variedade dos componentes que constituem o sistema hidrossanitário e a fim de que ele atenda à Tabela 1 ou item 11.1.3.1.1 deste caderno, considerando-se ainda que a vida útil também é função da agressividade do meio ambiente, das características intrínsecas dos materiais e dos solos, os componentes podem apresentar vida útil menor do que aquelas estabelecidas para o sistema hidrossanitário. Assim, o projeto deve fazer constar o prazo de substituição e manutenções periódicas pertinentes. A qualidade do projeto e da execução dos sistemas hidrossanitários deve assegurar o atendimento às Normas Brasileiras pertinentes.

11.1.3 Requisito – Durabilidade do sistema estrutural

Conservar a segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à sua vida útil.

11.1.3.1 Critério – Vida útil de projeto do sistema estrutural

A estrutura principal e os elementos que fazem parte do sistema estrutural, comprometidos com a segurança e a estabilidade global do edifício, devem ser projetados e construídos de modo que, sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizados conforme preconizado em projeto e submetidos a intervenções periódicas de manutenção e conservação, segundo instruções contidas no manual de operação, uso e manutenção, devem manter sua capacidade funcional durante toda vida útil de projeto, conforme estabelecido no item 11.1.3 deste caderno e no Anexo B.

11.1.3.1.1 Método de avaliação

A comprovação do atendimento aos critérios do item 11.1.4.1 deve ser feita pela análise do projeto ou por ensaios ou por aplicação de modelos conforme explicitado a seguir:

- análise do projeto, considerando a adequação dos materiais, detalhes construtivos adotados visando
  o atendimento às disposições previstas nas normas específicas utilizadas no projeto; ou
- ensaios físico-químicos e ensaios de envelhecimento acelerado (porosidade, absorção de água, permeabilidade, dilatação térmica, choque térmico, expansão higroscópica, câmara de condensação, câmara de névoa salina, câmara CUV, câmara de SO_2, câmara de carbonatação, Wheater-O-Meter, e outros); ou
- aplicação de modelos para previsão do avanço de frentes de carbonatação, cloretos, corrosão e outros.

11.1.3.2 Premissas de projeto

O projeto deve mencionar as normas aplicáveis, as condições ambientais vigentes na época do projeto e a utilização prevista (escolar) da edificação.

11.1.4 Requisito – Resistência à umidade do sistema de pisos

Resistir à exposição à umidade, em condições normais de uso, sem apresentar alterações em suas propriedades que comprometam seu uso.

11.1.4.1 Critério – Ausência de danos em sistema de pisos de áreas destinadas a cozinhas, sanitários, vestiários, lavanderias e pátio coberto, pela presença de umidade

O sistema de pisos de tais áreas, seguindo corretamente as normas de instalação dos mesmos e recomendações dos fabricantes, expostos a uma lâmina de água de 10mm na cota mais alta, por um período de 72h, não podem apresentar, após 24h da retirada da água, danos como bolhas, fissuras, empolamentos, destacamentos, descolamentos, delaminações, eflorescências e desagregação superficial. A alteração de tonalidade, visível a olho nú, frente a umidade é permitida desde que informada previamente pelo fabricante e, neste caso, deve constar no Manual de Uso, Operação e Manutenção. Esta verificação pode ser feita no local ou por meio da construção de um protótipo.

11.1.4.1.1 Método de avaliação

A realização do ensaio deve ser conduzida conforme disposto no Anexo C.

11.1.5 Requisito – Resistência ao ataque químico dos sistemas de pisos

Resistir à exposição aos agentes químicos normalmente utilizados na edificação ou presentes nos produtos de limpeza doméstica.

11.1.5.1 Critério – Ausência de danos em sistemas de pisos pela presença de agentes químicos.

A resistência química dos sistemas de pisos depende das solicitações de uso e do tipo de camada de acabamento utilizada.

O piso não deve apresentar danos visíveis, tais como amolecimento superficial, perda de aderência, bolhas, empolamento, destacamento, descolamento e manchas que não possam ser facilmente removíveis, quando submetido à exposição dos agentes químicos definidos no Anexo D, classificando-se no Nível 4 ou alteração não visível da superfície para cada reagente químico testado.

11.1.5.1.1 Método de avaliação

Todos os componentes utilizados na camada de acabamento devem resistir ao ataque químico de agentes conforme estabelecido no Anexo D.

11.1.5.2 Premissas de projeto

O projeto deve considerar para a seleção da camada de acabamento as principais características de uso de cada ambiente.

11.1.6 Requisito – Resistência ao desgaste em uso dos sistemas de pisos

Resistir aos esforços mecânicos associados às condições normais de uso específicas para cada ambiente.

11.1.6.1 Critério – Desgaste por abrasão

As camadas de acabamento do piso da edificação devem apresentar resistência ao desgaste devido aos esforços de uso, de forma a garantir a vida útil estabelecida em projeto conforme item 11.1.2 deste caderno.

11.1.6.1.1 Método de avaliação

O método de avaliação deste requisito depende da camada de acabamento especificada em projeto, devendo desta forma ser respeitadas as Normas prescritivas aplicáveis aos diferentes materiais: ABNT NBR 7686, ABNT NBR 8810, ABNT NBR 9457, ABNT NBR 13818, ABNT NBR 14833-1, ABNT NBR 14851-1, ABNT NBR 14917-1, NBR 7374, e outras, conforme o caso.

NOTA: A simulação do desgaste da camada de acabamento depende:

a) das características superficiais específicas de cada material (revestimentos têxteis, vinílicos, linóleos, madeiras, cerâmicas, cimentícios, pétreos, ladrilhos hidráulicos e outros);

b) da natureza do esforço associado (permanente, cíclico, concentrado e outros);

c) das condições de utilização (seco ou molhado, em ambiente contaminado com areia ou limpo, etc).

d) No caso de acabamento em placas cerâmicas esmaltadas, considera-se como parâmetro mínimo a classe PEI 5. No caso de pisos em concreto, em rochas ou equivalente, considera-se como parâmetro mínimo o valor de desgaste Amsler, conforme ABNT NBR 12042, menor ou igual 1,5mm/1000m^2.

11.1.7 Requisito - Avaliação de paredes externas dos sistemas de vedação vertical externo (SVVE)

Devem ser limitados os deslocamentos, fissurações e falhas nas paredes externas, incluindo seus revestimentos, em função de ciclos de exposição ao calor e resfriamento que ocorrem durante a vida útil da edificação.

11.1.7.1 Critério – Ação de calor e choque térmico

As paredes externas, incluindo seus revestimentos, submetidas a dez ciclos sucessivos de exposição ao calor e resfriamento por meio de jato de água, não devem apresentar:

- deslocamento horizontal instantâneo, no plano perpendicular ao corpo-de-prova, superior a h/300, onde h é a altura do corpo de prova;
- ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloramentos e outros danos que possam comprometer a utilização do SVVE.

11.1.7.1.1 Método de avaliação

Ensaio em laboratório conforme método apresentado no Anexo E.

11.1.7.2 Critério – Estabilidade da cor de telhas e outros componentes das coberturas

A superfície exposta dos componentes pigmentados, coloridos na massa, pintados, esmaltados, anodizados ou qualquer outro processo de tingimento deve apresentar grau de alteração máxima de 3, após exposição acelerada durante 1.600h em câmara/lâmpada com arco de xenônio.

11.1.7.2.1 Métodos de avaliação

Avaliação da alteração da cor segundo a NBR ISO 105-A02 (escala cinza), após exposição acelerada conforme Anexo F.

11.1.7.3 Premissas de projeto

O projeto deve especificar gama de cores que atendem ao item 11.1.7.2.1 deste caderno e informar os tempos necessários para manutenção, a fim de que não haja perdas da absortância, em face das alterações ao longo do tempo.

11.2 MANUTENIBILIDADE

11.2.1 Termos e Definições

Degradação: redução do desempenho devido à atuação de um ou de vários agentes de degradação.

---

[2] Cid Chiodi Filho, ABI-ROCHAS, Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais – CRITÉRIOS DE ESPECIFICAÇÃO E APLICAÇÃO EM REVESTIMENTOS, 2008.

Manutenção: conjunto de atividades a serem realizadas ao longo da vida total da edificação para conservar ou recuperar a sua capacidade funcional e de seus sistemas constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários.

Manutenibilidade: grau de facilidade de um sistema, elemento ou componente de ser mantido ou recolocado no estado no qual possa executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas, procedimentos e meios prescritos.

Retrofit: remodelação ou atualização do edifício ou de sistemas, por meio da incorporação de novas tecnologias e conceitos, normalmente visando valorização do imóvel, mudança de uso, aumento da vida útil e eficiências operacional e energética.

11.2.2 Requisito – Manutenibilidade da edificação e de seus sistemas

Manter a capacidade da edificação e de seus sistemas e permitir ou favorecer as inspeções prediais, bem como as intervenções de manutenção previstas no manual de operação, uso e manutenção.

11.2.2.1 Critério – Facilidade ou meios de acesso

Convém que os projetos sejam desenvolvidos de forma que a edificação e os sistemas projetados tenham o favorecimento das condições de acesso para inspeção predial por meio da instalação de suportes para fixação de andaimes, balancins ou outro meio que possibilite a realização da manutenção.

11.2.2.1.1 Método de avaliação

Análise de projeto.

O projeto da edificação e de seus sistemas deve ser adequadamente concebido, de modo a possibilitar os meios que favoreçam as inspeções prediais e as condições de manutenção.

A construtora ou o proponente do sistema construtivo deve fornecer ao contratante e ao FNDE, o manual de uso, operação e manutenção conforme a ABNT NBR 14037.

Na gestão da manutenção, deve-se atender a ABNT NBR 5674, para preservar as características originais da edificação e prevenir a perda de desempenho decorrente da degradação de seus sistemas, elementos ou componentes.

NOTA: salvo manutenções de rotina (ex.: limpeza), intervenções na estrutura devem ser feitas sob responsabilidade de profissional ou empresa especializada, podendo o manual substituir instruções específicas por recomendação de bibliografias especializadas.

11.2.3 Requisito – Manutenção do sistema estrutural

A fim de que seja alcançada a durabilidade projetada para a estrutura e seus elementos, conforme item 11.1.3 deste caderno, devem ser previstas e realizadas manutenções preventivas sistemáticas e, sempre que necessário, manutenções com caráter corretivo. Estas últimas devem ser realizadas assim que o problema se manifestar, impedindo que pequenas falhas progridam às vezes rapidamente para extensas patologias.

As manutenções devem ser realizadas obedecendo-se ao manual de operação, uso e manutenção fornecido pela construtora, ou pelo proponente do sistema construtivo, e as boas práticas, de acordo com a ABNT NBR 5674.

11.2.3.1 Critério – Manual de operação, uso e manutenção do sistema estrutural

O manual de operação, uso e manutenção do sistema estrutural deve prever:

- recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada (sobrecargas não previstas no projeto estrutural, abertura de vãos de portas ou janelas em paredes estruturais, ampliações verticais não previstas, perfuração de peças estruturais para passagem de dutos
  e outros);
- periodicidade, forma de realização e forma de registro das inspeções prediais;
- periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções; e
- técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção.

11.2.3.1.1 Método de avaliação

Verificação do atendimento às diretrizes das ABNT NBR 5674 e ABNT NBR 14037 constantes no manual de operação, uso e manutenção das edificações.

11.2.4 Requisito – Manutenibilidade dos sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE)

Manter a capacidade funcional durante a vida útil de projeto, desde que submetidos às intervenções periódicas de manutenção especificadas pelos respectivos fornecedores.

11.2.4.1 Critério – Manual de operação, uso e manutenção dos sistemas de vedação vertical

Manutenções preventivas e, sempre que necessário, manutenções com caráter corretivo, devem ser previstas e realizadas. As manutenções corretivas devem ser realizadas assim que algum problema se manifestar, a fim de impedir que pequenas falhas progridam às vezes rapidamente para extensas patologias.

As manutenções devem ser realizadas conforme estabelecido no manual de operação, uso e manutenção fornecido pela construtora e atender ao disposto no item 11.1.2 com relação a vida útil de projeto.

11.2.4.1.1 Método de avaliação

Análise do manual de operação, uso e manutenção das edificações, considerando-se as diretrizes gerais das ABNT NBR 5674 e ABNT NBR 14037.

11.2.4.2 Premissas de projeto

O construtor deve especificar em projeto todas as condições de uso, operação e manutenção dos sistemas de vedações verticais internas e externas, especialmente com relação a:

- caixilhos, esquadrias e demais componentes;

- recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada (fixação de peças suspensas com peso incompatível com o sistema de paredes, abertura de vãos em paredes com função estrutural, limpeza de pinturas, travamento impróprio de janelas tipo guilhotina e outros);
- periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;
- periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;
- técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção, incluindo-se não restritivamente as pinturas, tratamento de fissuras e limpeza;
- menção às normas aplicáveis.

11.2.5 Requisito – Manutenibilidade dos sistemas de coberturas

11.2.5.1 Critério – Manual de operação, uso e manutenção das coberturas

Os sistemas de cobertura, componentes e subsistemas, devem ter todas suas condições de uso, operação e manutenção especificados pela construtora ou pelo proponente do sistema, conforme definido nas premissas de projeto e na norma ABNT NBR 5674. Adicionalmente, o manual de operação, uso e manutenção deve contemplar instruções práticas com relação à conservação do sistema de cobertura.

11.2.5.1.1 Método de avaliação

Análise do manual de operação, uso e manutenção dos sistemas de cobertura.

11.2.5.2 Premissas de projeto

Condições:

- características gerais de funcionamento dos componentes, aparelhos ou equipamentos constituintes da cobertura, ou que com esta interfiram ou guardem direta relação;
- recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada;
- periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções e manutenções.

11.2.6 Requisito – Manutenibilidade das instalações hidráulicas, de esgotos e de águas pluviais

Permitir inspeções, quando especificadas em projeto, do sistema hidrossanitário.

11.2.6.1 Critério – Inspeções em tubulações de esgoto e águas pluviais

Nas tubulações de esgoto e águas pluviais, devem ser previstos dispositivos de inspeção para que qualquer ponto da tubulação possa ser atingido por uma haste flexível, conforme preconizado nas ABNT NBR 8160 e ABNT NBR 10844.

11.2.6.1.1 Método de avaliação

Verificação do projeto ou inspeção em protótipo.

11.2.6.2 Critério – Manual de operação, uso e manutenção das instalações hidrossanitárias

A construtora responsável pelo sistema hidrosanitário, elementos ou componentes que compõem a edificação deve especificar todas as condições de uso, operação e manutenção dos sistemas hidrossanitários, incluindo o "Como Construído".

11.2.6.2.1 Método de avaliação

Análise do manual de operação, uso e manutenção das edificações, considerando-se as diretrizes gerais das ABNT NBR 5674 e ABNT NBR 14037.

VERSO EM BRANCO

ANEXO A ao F

VERSO EM BRANCO

Anexo A

Bibliografia recomendada

- Publicação IPT Nº 1791 – Fichas de características das madeiras Brasileiras, São Paulo, 1989;
- Publicação IPT Nº 1157 – Métodos de Ensaios e Análises em Preservação de Madeiras, São Paulo;
- Publicação IPT 2980 – Madeiras – Uso sustentável na construção civil;
- Decreto Nº 53.047, de 2 de junho de 2008 – CADMADEIRA;
- ASHRAE. 2001. ANSI/ASHRAE Standard 140-2001: Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy;
- Analysis Computer Programs. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. USA, Atlanta: 2001;
- International Organization for Standardization 1998. Ergonomics of The Thermal Environment – Instruments and methods for measuring physical quantities. (ISO 7726);
- Inspeção Predial do IBAPE/SP – 2007;
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 176, de 24/10/2000;
- Código de Defesa do Consumidor. Lei nº 8078, de 11/9/1990;
- Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002;
- Portaria n.º 18 , de 16 de janeiro de 2012 - Serviço Público Federal - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA-INMETRO

Anexo B

Considerações sobre durabilidade e vida útil

B.1 Conceituação

A vida útil (*service life*) é uma medida temporal da durabilidade de um edifício ou de suas partes (sistemas complexos, do próprio sistema e de suas partes: subsistemas; elementos e componentes).

A vida útil de projeto (*design life*) é previamente definida e expressa pela construtora ou pelo proponente do produto ou do sistema construtivo.

Conceitua-se ainda a vida útil estimada (*predicted service life*) como sendo a durabilidade prevista para um dado produto, inferida a partir de dados históricos de desempenho do produto ou de ensaios de envelhecimento acelerado.

A vida útil de projeto (*VUP*) é basicamente uma expressão de caráter econômico de uma exigência do usuário.

A melhor forma para se determinar a *VUP* para uma parte de uma edificação é por meio de pesquisa de opinião entre técnicos, usuários e agentes envolvidos com o processo de construção.

A *VUP* pode ser ainda entendida como uma definição prévia da opção do usuário pela melhor relação custo global *versus* tempo de usufruto do bem (ou benefício), sob sua ótica particular.

Para bens duráveis, de alto valor unitário e geralmente de aquisição única, como é a edificação escolar, a sociedade tem de impor outros marcos referenciais para regular o mercado e evitar que o custo inicial prevaleça em detrimento do custo global e que uma durabilidade inadequada venha a comprometer o valor do bem e a prejudicar os usuários.

A *VUP* é uma decisão de projetos que tem de ser estabelecida inicialmente para balizar todo o processo de produção do bem. Quando se projeta um sistema ou um elemento (por exemplo, a impermeabilização de uma laje), é possível escolher entre uma infinidade de técnicas e materiais. Alguns, pelas suas características, podem ter vida útil de projeto (*VUP)* de 20 anos, sem manutenção, e outros não mais que 5 anos. Evidentemente, as soluções têm custo e desempenho ao longo do tempo muito diferentes. Definida a *VUP,* estabelece-se a obrigação de que todos os intervenientes atuem no sentido de produzir o elemento com as técnicas adequadas para que a *VU* seja atingida. Sem este balizamento, quem produz o bem pode adotar qualquer das técnicas disponíveis e empregar qualquer produto normalizado sem que ele esteja errado, do ponto de vista técnico. É evidente que a tendência é optar pelo produto de menor custo inicial. Ou seja, sem a definição da *VUP,* a tendência é de se produzir bens de menor custo inicial, porém menos duráveis, de maior custo de manutenção e provavelmente de maior custo global.

A *VU* pode ser normalmente prolongada por meio de ações de manutenção. Quem define a *VUP* deve também estabelecer as ações de manutenção que devem ser realizadas para garantir o seu atendimento. É necessário salientar a importância da realização integral das ações de manutenção pelo usuário para atendimento a *VUP.*

Por exemplo, um revestimento de fachada em argamassa pintado pode ser projetado para uma *VUP* de 25 anos, desde que a pintura seja refeita a cada 5 anos, no máximo. Se o usuário não realizar a manutenção prevista, a *VU* real do revestimento pode ser seriamente comprometida. Por consequência, as eventuais patologias resultantes podem ter origem no uso inadequado e não em uma construção falha.

O impacto no custo global da *VU* é fator determinante para definição da durabilidade requerida. O estabelecimento da *VU* é, conceitualmente, resultado do processo de otimização do custo global. O sistema de menor custo global não é, normalmente, o de menor custo inicial, nem o de maior durabilidade; é um dos sistemas intermediários.
O ideal do ponto de vista da sociedade é a otimização destes dois conceitos conflitantes, isto é, deve-se procurar estabelecer a melhor relação custo x benefício. Atualmente, sem que o usuário tenha se conscientizado de suas escolhas, a opção por construções de menor custo, mas menos duráveis, está necessariamente transferindo o ônus desta escolha para as gerações futuras.

Em princípio, pode optar por uma menor *VU* em troca de um menor investimento inicial, mas esta escolha tem um limite inferior, abaixo do qual não é aceitável do ponto de vista social, pois esta situação impõe custos exagerados de reposição no futuro para toda a sociedade.

B.2 Determinação da vida útil

Para a determinação da *VU* pode-se adotar diversas metodologias. Neste caderno foi assumida a prevista na ABNT NBR 15575-1, tendo-se optado pela adoção dos valores mínimos de VUP.

Recomenda-se a *VUP* mínima para as diversas partes da edificação, conforme consta na Tabela B.2, adotando-se o período de 50 anos para a *VUP* mínima da estrutura da edificação, de modo a compatibilizar as limitações quanto ao custo inicial com as exigências do usuário em relação à durabilidade e aos custos de manutenção e de reposição, visando garantir, por um prazo razoável, a utilização em condições aceitáveis da edificação.

Para que possa ser atingida a VUP é necessário que sejam atendidos simultaneamente todos os seguintes aspectos

a) emprego de componentes e materiais de qualidade compatível com a *VU* projetada;

b) execução com técnicas e métodos que possibilitem a obtenção da *VU* projetada;

c) cumprimento em sua totalidade dos programas de manutenção corretiva e preventiva;

d) atendimento aos cuidados preestabelecidos para se fazer um uso correto da edificação;

e) utilização da edificação em concordância ao que foi previsto em projeto.

A *VUP* é especificada em projeto para cada um dos sistemas, respeitando os períodos de tempo mínimos estabelecidos. Na ausência destas especificações, admitem que foram adotadas as *VUP* mínimas estabelecidas na Tabela B.1.

Convém que os fabricantes de componentes a serem empregados na construção desenvolvam produtos que atendam pelo menos a *VUP* mínima e informem em documentação técnica específica as recomendações para manutenção corretiva e preventiva, contribuindo para que a *VUP* seja atingida.

Aos usuários e responsáveis pela edificação cabe realizar os programas de manutenção, segundo ABNT NBR 5674, considerando as instruções do manual de uso, operação e manutenção e recomendações técnicas das inspeções prediais.

A inspeção predial configura-se como ferramenta útil para verificação das condições de conservação das edificações em geral, para atestar se os procedimentos de manutenção adotados são insuficientes ou inexistentes, além de fornecer subsídios para orientar o plano e programas de manutenção por meio das recomendações técnicas indicadas no documento de inspeção predial (ver Anexo A).

Tabela B.1 — Vida útil de projeto mínima

Sistema	VUP mínima (anos)*
	Mínimo
Estrutura	≥ 50
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

(*) Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674, especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção elaborado conforme norma ABNT NBR 14037.

Tabela B.2 — Exemplos de *VUP* mínimo

Parte da edificação	Exemplos	VUP mínima* (anos)
Estrutura principal	Fundações, elementos estruturais (pilares, vigas, lajes e outros), paredes estruturais, estruturas periféricas, contenções e arrimos	≥ 50
Estruturas auxiliares	Muros divisórios, estrutura de escadas externas	≥ 20
Vedação externa	Paredes de vedação externas, painéis de fachada, fachadas-cortina	≥ 40
Vedação interna	Paredes e divisórias leves internas, escadas internas, guarda-corpos	≥ 20
Cobertura	Estrutura da cobertura e coletores de águas pluviais embutidos Telhamento Calhas de beiral e coletores de águas pluviais aparentes, subcoberturas facilmente substituíveis Rufos, calhas internas e demais complementos (de ventilação, iluminação, vedação)	≥ 20 ≥ 13 ≥ 4 ≥ 8

Parte da edificação	Exemplos	VUP mínima* (anos)
Revestimento interno aderido	Revestimento de piso, parede e teto: de argamassa, de gesso, cerâmicos, pétreos, de tacos e assoalhos e sintéticos	≥ 13
Revestimento interno não-aderido	Revestimentos de pisos: têxteis, laminados ou elevados; lambris; forros falsos	≥ 8
Revestimento de fachada aderido e não aderido	Revestimento, molduras, componentes decorativos e cobre-muros	≥ 20
Piso externo	Pétreo, cimentados de concreto e cerâmico	≥ 13
Pintura	Pinturas internas e papel de parede Pinturas de fachada, pinturas e revestimentos sintéticos texturizados	≥ 3 ≥ 8
Impermeabilização manutenível sem quebra de revestimentos Impermeabilização manutenível apenas com a quebra dos revestimentos	Componentes de juntas e rejuntamentos; mata-juntas, sancas, golas, rodapés e demais componentes de arremate Impermeabilização de caixa d'água, jardineiras, áreas externas com jardins, coberturas não utilizáveis, calhas e outros	≥ 4 ≥ 8
	Impremeabilizações de áreas internas, de piscina, de áreas externas com pisos, de coberturas utilizáveis, de rampas de garagem etc.)	≥ 20
Esquadrias externas (de fachada)	Janelas (componentes fixos e móveis), portas-balcão, gradis, grades de proteção, cobogós, brises. Inclusos complementos de acabamento como peitoris, soleiras, pingadeiras e ferragens de manobra e fechamento	≥ 20
Esquadrias internas	Portas e grades internas, janelas para áreas internas, boxes de banho Portas externas, portas corta-fogo, portas e gradis de proteção à espaços internos sujeitos a queda > 2 m Complementos de esquadrias internas, como ferragens, fechaduras, trilhos, folhas mosquiteiras, alisares e demais complementos de arremate e guarnição	≥ 8 ≥ 13 ≥ 4
Esquadrias internas	Portas e grades internas, janelas para áreas internas, boxes de banho Portas externas, portas corta-fogo, portas e gradis de proteção à espaços internos sujeitos a queda > 2 m Complementos de esquadrias internas, como ferragens, fechaduras, trilhos, folhas mosquiteiras, alisares e demais complementos de arremate e guarnição	≥ 8 ≥ 13 ≥ 4
Instalações prediais embutidas em vedações e manuteníveis apenas por quebra das vedações ou dos revestimentos (inclusive forros falsos e pisos elevados não-acessíveis)	Tubulações e demais componentes (inclui registros e válvulas) de instalações hidrossanitários, de gás, de combate a incêndio, de águas pluviais, elétricos Reservatórios de água não facilmente substituíveis, redes alimentadoras e coletoras, fossas sépticas e negras, sistemas de drenagem não acessíveis e demais elementos e componentes de difícil manutenção e ou substituição Componentes desgastáveis e de substituição periódica, como gaxetas, vedações, guarnições e outros	≥ 20 ≥ 13 ≥ 3

Parte da edificação		Exemplos	VUP mínima* (anos)
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso		Tubulações e demais componentes Aparelhos e componentes de instalações facilmente substituíveis como louças, torneiras, sifões, engates flexíveis e demais metais sanitários, sprinklers, mangueiras, interruptores, tomadas, disjuntores, luminárias, tampas de caixas, fiação e outros Reservatórios de água	≥ 4 ≥ 3 ≥ 8
Equipamentos funcionais manuteníveis e substituíveis	Médio custo de manutenção	Equipamentos de recalque, pressurização, aquecimento de água, condicionamento de ar, filtragem, combate a incêndio e outros	≥ 8
	Alto custo de manutenção	Equipamentos de calefação, transporte vertical, proteção contra descargas atmosféricas e outros	≥ 13

(*) Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674, especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção elaborado conforme norma ABNT NBR 14037.

Para se atingir a VUP, devem ser desenvolvidos os programas de manutenção segundo ABNT NBR 5674. Devem ser seguidas as instruções do manual de uso, operação e manutenção, as instruções dos fabricantes de equipamentos e recomendações técnicas das inspeções prediais. A inspeção predial configura-se como ferramenta útil para avaliação das condições de conservação das edificações em geral, para atestar se os procedimentos de manutenção adotados são insuficientes ou inexistentes, além de fornecer subsídios para orientar o plano e programas de manutenção, através das recomendações técnicas indicadas no documento de inspeção predial (ver Anexo A).

ANEXO C

Verificação da resistência à umidade do sistema de pisos de áreas molhadas e molháveis – Método de ensaio

C.1 Princípio

Este Anexo especifica um método de ensaio para verificação da resistência à umidade do sistema de pisos de áreas molhadas e molháveis.

C.2 Diretrizes

O ensaio consiste em expor o sistema de piso aplicado em áreas molhadas e molháveis da edificação a uma lâmina de água de 10mm na cota mais alta, por um período de 72 horas, e avaliar visualmente, após 24h da retirada da lâmina de água, a existência de danos como bolhas, fissuras, empolamentos, destacamentos, descolamentos, delaminações, eflorescências,desagregação superficial e diferença de tonalidade. A alteração de tonalidade, visível a olho nu, frente a umidade é permitida desde que informada previamente pelo fabricante.

C.3 Aparelhagem

Não há necessidade de aparelhagem para a realização do ensaio.

C.4 Preparação e preservação dos corpos-de-prova

C.4.1 Quando o ensaio for realizado em laboratório, o corpo-de-prova utilizado deve ser um protótipo do sistema de piso construído, reproduzindo o mais fielmente possível as características especificadas para o sistema de piso, incluindo materiais e processo de construção.

C.4.2 O protótipo deve ser construído já no local de ensaio e mantido protegido de carregamentos ou impactos nas condições e pelo prazo especificado pelo proponente da tecnologia do sistema de piso.

C.4.3 Quando o ensaio for realizado em campo, o corpo-de-prova utilizado deve ser um sistema de piso construído, mantido nas condições e pelo prazo especificado pelo proponente da tecnologia do sistema de piso.

C.4.4 Tanto no ensaio realizado em laboratório quanto no ensaio realizado em campo devem ser registradas as especificações de construção do sistema de piso ou protótipo e as condições e prazos em que ele foi conservado desde sua produção até a realização do ensaio.

C.5 Procedimento

C.5.1 O ensaio se inicia com o tamponamento dos pontos de drenagem existentes nos sistemas de pisos.

C.5.2 A seguir deve ser colocada água sobre a superfície do sistema de piso até formar uma lâmina d'água de 10mm na cota mais alta que cubra todo o piso.

C.5.3 A lâmina d'água deve ser mantida por um período de 72h, repondo-se água, se necessário.

C.5.4 Decorridas 72h do início do ensaio, a lâmina de água deve ser retirada.

C.5.5 Após 24h da retirada da lâmina de água, o sistema de piso deve ser observado cuidadosamente, identificando e registrando qualquer alteração existente.

C.6 Expressão dos resultados

Qualquer alteração no sistema de piso, como bolhas, fissuras, empolamentos, destacamentos, descolamentos, delaminações, eflorescências, desagregação superficial e alteração de tonalidade, deve ser registrada fotograficamente e descrita no relatório do ensaio.

C.7 Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações:

- identificação do solicitante;
- identificação do fornecedor;
- identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- descrição das condições e prazos de conservação dos corpos-de-prova desde sua produção até a realização do ensaio;
- descrição dos danos observados nos corpos-de-prova após a realização do ensaio;
- data do ensaio;
- referência a esta Norma;
- fotos ou desenhos dos–corpos-de-prova e sua descrição pormenorizada, incluindo dimensões, materiais constituintes e processo de produção;
- registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios ou outras informações julgadas pertinentes.

ANEXO D

Verificação da resistência ao ataque químico dos componentes da camada de acabamento dos sistemas de pisos – Método de ensaio

D.1 Princípio

Este Anexo especifica um método de ensaio para verificação da resistência ao ataque químico dos componentes da camada de acabamento dos sistemas de pisos, frente aos agentes químicos normalmente utilizados na edificação ou presentes nos produtos de limpeza domésticos.

NOTA: Este método de ensaio é destinado aos componentes da camada de acabamento que não possuem normas específicas de avaliação de resistência ao ataque químico.

D.2 Diretrizes

O ensaio consiste em expor um corpo-de-prova representativo dos componentes da camada de acabamento do sistema de piso a soluções padronizadas que simulem a ação de produtos domésticos de limpeza e de agentes químicos normalmente utilizados na edificação e avaliar visualmente a ocorrência de danos na superfície.

D.3 Método de ensaio – agentes químicos

D.3.1 Materiais

a) detergente doméstico;

b) solventes, tais como etanol, acetona etc.;

c) pano macio;

d) pincel atômico.

D.3.2 Aparelhagem

a) vidro de relógio com diâmetro de 60mm, para evitar a evaporação do agente químico;

b) termômetro 0 a 100ºC;

c) cronômetro;

d) espátula de alumínio;

e) frascos com conta-gotas;

f) escova de náilon dura;

g) serra circular com guia;

h) balança para a determinação de massa com resolução mínima de 0,1 g;

i) superfície horizontal para inspeção, sob uma iluminação de lâmpadas brancas fluorescentes posicionadas acima e paralelas à linha de visão, propiciando uma iluminação de 800 lux a 1 100 lux.

D.3.3 Preparação dos corpos de prova

- Os corpos-de-prova devem ter medição de (100 x 100)mm ± 5mm.
- Os corpos-de-prova devem ser estabilizados numa sala climatizada ou câmara climática durante no mínimo 72h em temperatura de (23 ± 2)ºC e (50 ± 5) % de umidade relativa.
- Os corpos-de-prova estabilizados à temperatura ambiente devem ser apoiados em uma superfície plana, na posição horizontal.

D.3.4 Procedimento de ensaio

Cada amostra deve atender aos requisitos especificados quando ensaiada com cada um dos cinco agentes químicos identificados na Tabela D.1.

Para os agentes químicos líquidos, aplicar duas a três gotas sobre o corpo-de-prova. Para os sólidos/pastosos, aplicar com a espátula uma pequena quantidade do agente químico sobre o corpo-de-prova, no entanto, evitando o atrito. Após a aplicação, cobrir a amostra com o vidro de relógio, com o lado côncavo voltado na direção da amostra, a fim de evitar a evaporação.

No caso do grupo 2, onde a condição de ensaio define temperatura 80ºC, esta é apenas a temperatura do agente químico no ato da aplicação.

A área onde se coloca o agente químico deve ser identificada com o produto aplicado.

Após o tempo de contato determinado conforme a Tabela D.1 de agentes químicos, remover o vidro de relógio. Caso necessário, utilizar um solvente adequado para remover o agente químico e, na sequencia, lavar o corpo-de-prova com água e detergente doméstico. Finalmente, limpar a superfície do corpo-de-prova com etanol ou outro solvente adequado para remover a mancha. No caso de superfícies texturizadas, pode ser utilizada a escova com cerdas de náilon para remover a mancha.

Após 1h da limpeza, sobre a superfície para inspeção, analisar a olho nú a superfície da amostra sob diferentes ângulos de visão a uma distância de 400mm, verificando se apresenta alterações de aspecto.

D.3.5 Expressão dos resultados

O efeito dos agentes químicos sobre a amostra é expresso conforme a seguinte classificação, considerando-se o pior resultado:

a) nível 4= nenhuma alteração visível;

b) nível 3 = leve a moderada alteração de brilho e/ou cor, visível em qualquer ângulo de observação;

c) nível 2 = severa alteração de brilho e/ou cor, mas sem ataque da superfície;

d) nível 1 = ataque da superfície na forma de rachaduras, fissuras, bolhas, delaminação etc.

Tabela D1 — Agentes químicos

Classe	Material de ensaio	Condição do ensaio	Tempo de contato
Grupo 1	Acetona(conforme D.3.4)	Temperatura ambiente	16h
Grupo 2	Café forte (conforme D.3.4) (120g pó de café por litro de água)	Temperatura 80ºC	16h
Grupo 3	Hidróxido de sódio (solução 25%) (conforme D.3.4)	Temperatura ambiente	10min
	Peróxido de hidrogênio (solução 30%) (conforme D.3.4)		
	Graxa de sapato pastosa preta(conforme D.3.4)		

D.3.6 Relatório de ensaio

O relatório deve conter as seguintes informações:

a) descrição da amostra ensaiada;

b) descrição dos agentes químicos utilizados;

c) resultados obtidos, ou seja, a classificação de resistência da amostra ensaiada;

d) qualquer divergência do método de ensaio;

e) apresentação dos limites normativos especificados para resistência ao ataque químico;

f) data da realização do ensaio;

g) referência a esta Norma.

D.4 Método de ensaio – produtos químicos domésticos, ácidos e álcalis de baixa concentração

D.4.1 Reagentes

São os descritos a seguir:

- Produtos químicos domésticos - cloreto de amônio, 100g/L;
- Produtos químicos domésticos - solução de hipoclorito de sódio, 20mg/L, preparada a partir do hipoclorito de sódio grau técnico, com aproximadamente 13% de cloro ativo.

Ácidos de baixa concentração

- Solução de ácido clorídrico 3% (V/V), partes em volume, preparada a partir de ácido clorídrico concentrado, densidade igual a (1,19±0,01)g/cm^3;
- Solução de ácido cítrico 100g/L.

Álcalis de baixa concentração

- Solução de hidróxido de potássio, 30g/L.

D.4.2 Aparelhagem

A aparelhagem necessária à execução do ensaio é a seguinte (ver Figura D.1):

- Recipiente com tampa, feito de vidro de borosilicato 3.3, conforme ISO 3585, ou similar;
- Cilindro de vidro de borosilicato 3.3 conforme ISO 3585, ou similar, que tenha uma tampa ou abertura para enchimento;
- Estufa capaz de operar a (110±5)ºC;
- Camurça;
- Tecido de algodão ou linho;
- Massa de vedação (cola plástica de vedação, massa de modelar ou cera de abelha) ou outro sistema eficiente;
- Balança com resolução de 0,01g;
- Lâmpada elétrica 40W, com interior branco.

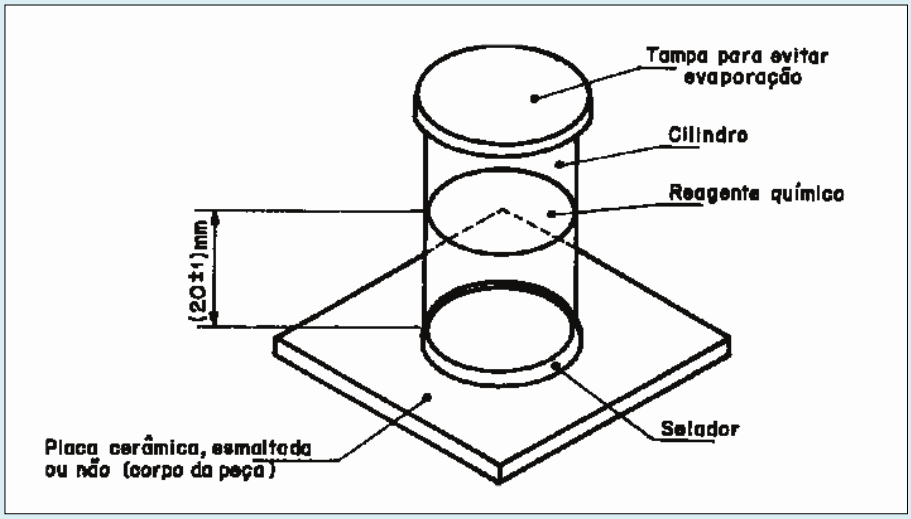


Figura D.1: Esquema da aparelhagem

D.4.3 Preparação dos corpos de prova

- Cada componente da camada de acabamento, inteiro ou parte dele, isento de defeitos, se constitui em um corpo-de-prova.
- O ensaio deve ser realizado, no mínimo, em cinco corpos-de-prova para cada solução.
- As dimensões dos corpos-de-prova são de aproximadamente (50±2)mm com geometria quadrada;
- Limpar totalmente a superfície a ser testada com um solvente apropriado, por exemplo, álcool etílico (etanol).

D.4.4 Procedimento

- Limpar a superfície do corpo-de-prova com álcool etílico (etanol) ou outro solvente adequado.
- Fixar o cilindro de vidro, ou similar, sobre a superfície do corpo-de-prova com a massa de vedação, de modo que não haja vazamento da solução pelas bordas do cilindro.
- Encher os cilindros com as soluções especificadas em D.4.1 Reagentes, mantendo a temperatura à (25±5)°C, até um nível mínimo de (20±5)mm. A seguir cobrir com uma placa de vidro.
- Manter as soluções em contato com a superfície dos corpos-de-prova durante os espaços de tempos previstos de acordo com a Tabela D.2.
- Agitar levemente o conjunto em teste uma vez ao dia e se houver abaixamento do nível da solução, reabastecê-la até o nível de início do ensaio (marcação inicial).
- Substituir a solução após dois dias, para repor eventual consumo de reagente pelo corpo-de-prova.

Tabela D.2: Tempo previsto de ataque

Classes de reagentes	Agentes agressivos	Tempo de ataque (h)
Produtos químicos domésticos	Cloreto de amônio, produtos de limpeza	24
	Hipoclorito de sódio	24
Ácido e álcalis de baixa concentração	Ácido cítrico	24
	Ácido clorídrico e Hidróxido de potássio	96

- Remover a solução de ataque, os cilindros e os resíduos da massa de vedação, limpando a superfície com um solvente para gordura (por exemplo, thinner) e secando em seguida a superfície do corpo-de-prova.

D.4.5 Avaliação Visual

Examinar a superfície submetida ao ensaio sob vários ângulos, a uma distância fixa de (250±10)mm, a olho nu (ou com óculos, se usados habitualmente), procurando identificar alguma alteração de brilho, cor ou reflexo, sob iluminação artificial ou sob a luz do dia, porém evitando a luz direta do sol.

D.4.6 Resultados

O resultado deve ser apresentado como: alteração visível ou não visível da superfície para cada reagente químico testado.

Este resultado deve servir de referência para informações sobre manutenção da camada de acabamento do sistema de piso que devem constar no Manual de Uso e Operação

D.4.7 Relatório

O relatório deve conter as seguintes informações:

- Descrição dos componentes da camada de acabamento ensaiado;
- Marca ou nome do fabricante;
- As soluções de ensaio;

- A classificação da resistência química (alteração visível/alteração não visível) para cada solução e para cada corpo-de-prova;
- Registro fotográfico dos corpos-de-prova após o ensaio;
- Registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios ou outras informações julgadas pertinentes;
- Data de realização do ensaio;
- Referência à esta Norma.

Anexo E

Verificação do comportamento de SVVE exposto à ação de calor e choque térmico – Método de ensaio

E.1 Princípio

Este Anexo especifica um método para verificar o comportamento de sistemas de vedação vertical externo (*SVVE)* submetidos a ciclos sucessivos de calor proveniente de fonte radiante e resfriamento por meio de jatos de água.

E.2 Aparelhagem

E.2.1 Painel radiante capaz de fornecer calor em quantidade tal que a face externa da parede atinja temperatura igual a (80 ± 3) °C. As dimensões do painel radiante devem ser de 1,2m de largura pela altura (h) medida da face superior do piso à face inferior do forro ou teto (pé direito).

E.2.2 Dispositivo para aspersão de água sobre o corpo-de-prova em sua face externa.

E.2.3 Termopares e registrador das temperaturas superficiais da parede.

E.2.4 Defletômetro de haste, com resolução de 0,02mm.

E.2.5 Dispositivo para fixação do corpo-de-prova, de forma a deixá-lo simplesmente aparado em seus bordos inferior e superior, conforme Figura E.1-b).

E.3 Preparação dos corpos de prova

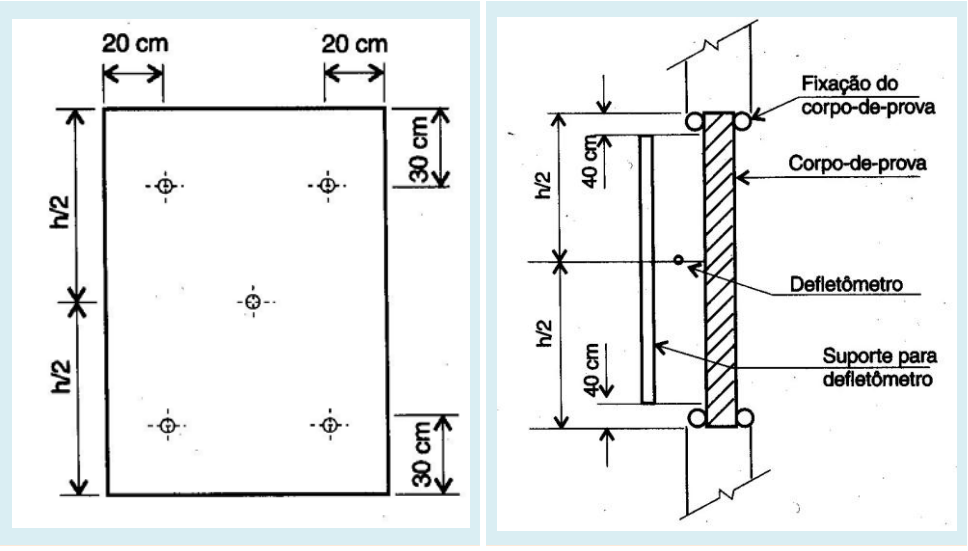
O corpo-de-prova deve ser constituído por um trecho de parede acabada, executada com os detalhes construtivos a serem empregados em obra, com extensão de (1,20 ± 0,20) m e a espessura característica.

E.4 Procedimento de ensaio

E.4.1 O ensaio deve ser realizado em pelo menos dois corpos-de-prova da forma indicada em E.4.1.1 e E.4.1.2.

E.4.1.1 Os termopares devem ser colocados na face do corpo-de-prova, em número de cinco, conforme Figura E.1-a).

E.4.1.2 O corpo-de-prova deve ser fixado na posição vertical, conforme Figura E.1-b), e o defletômetro instalado no ponto central do corpo-de-prova, na face oposta à incidência de radiação.



a – Posicionamento dos termopares na supefície do corpo-de-prova	b – Posicionamento do defletômetro

Figura E.1 — Esquema de montagem e instrumentação do corpo-de-prova

E.4.2 O painel radiante deve ser disposto defronte o corpo-de-prova, à distância tal que a temperatura superficial da face exterior se mantenha uniforme e igual a (80 ± 3)°C [(353 ± 3) k].

E.4.3 O corpo-de-prova deve ser submetido a 10 ciclos de ação do calor e da água, consistindo cada ciclo em:

- Ação do calor: após atingida a temperatura superficial de (80 ± 3) °C, mantê-la durante 1h;
- ação da água: imediatamente após a supressão da radiação, resfriar a face exterior do corpo-de-prova por meio de jatos de água aspergidos sobre toda sua superfície, até se atingir temperatura superficial igual a (20 ± 3)°C [(293 ± 3) k].

E.4.4 Durante o ensaio e ao seu final devem ser registradas:

- a ocorrência de fissuras, trincas, descolamentos ou outras deteriorações em ambas as faces do corpo-de-prova;
- o deslocamento horizontal após 45 min da estabilização da temperatura superficial em (80 ± 3) °C, e imediatamente após o resfriamento.

E.5 Expressão dos resultados

Registrar para cada um dos corpos-de-prova:

- ocorrência de degradações ao longo do ensaio, indicando o instante de ocorrência e o tipo;
- deslocamentos horizontais em milímetros, em cada ciclo, durante a ação do calor e após o resfriamento.

E.6 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve apresentar as seguintes informações:

- local da ocorrência da degradação e instante;
- deslocamentos verificados;
- identificação do fornecedor;
- descrição e memorial do elemento parede;
- referência a este Anexo.

Anexo F

Verificação da estabilidade da cor de telhas e outros componentes das coberturas – Método de ensaio

F.1 Princípio

Este Anexo especifica um método para medição da alteração da cor na escala cinza segundo a ABNT NBR ISO 105-A02, após exposição acelerada.

F.2 Aparelhagem

Câmara de xenônio, de acordo com a ASTM G 155.

F.3 Preparação e preservação das amostras para ensaios e dos corpos-de-prova

O corpo-de-prova deve ser recortado da posição mais central da telha ou de outro elemento da cobertura que resultar exposto aos raios solares, apresentando área mínima de 150cm^2 e forma compatível com a câmara de ensaios.

A amostra é constituída por cinco corpos-de-prova.

F.4 Procedimentos

Expor os corpos-de-prova, durante 1 600 h, em ciclos, numa câmara com lâmpada com arco de xenônio.

Submeter o corpo-de-prova a 690 min sob ação da lâmpada, seguindo-se 30 min sob ação simultânea da lâmpada e aspersão de água deionizada.

F.5 Expressão dos resultados

Avaliação da alteração da cor segundo a ABNT NBR ISO 105-A02, escala cinza, após exposição.

F.6 Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações, em função de cada determinação
ou verificação:

- identificação do solicitante;
- identificação do fornecedor;
- identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- especificação do produto;
- características do produto, antes de ser submetido ao ensaio de envelhecimento;
- análise visual, relatando o grau de alteração na escala cinza , em função do nível de desempenho;
- análise visual da superfície exposta dos componentes, mencionando manifestações de fissuras, desagregações, escamações, descolamento da pintura ou da esmaltação;
- nível de desempenho;
- data do recebimento da amostra;

- data do ensaio;
- referência a esta Parte da ABNT NBR 15575 e às normas que serviram de base para os ensaios de caracterização;
- registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios.

VERSO EM BRANCO

SEGURANÇA	1	DESEMPENHO ESTRUTURAL
	2	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
	3	SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO
HABITABILIDADE	4	ESTANQUEIDADE
	5	DESEMPENHO TÉRMICO
	6	DESEMPENHO ACÚSTICO
	7	DESEMPENHO LUMÍNICO
	8	SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR
	9	FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE
	10	CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO
SUSTENTABILIDADE	11	DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE
	12	ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

VERSO EM BRANCO

12 ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

A abordagem ambiental integrada aos empreendimentos escolares considera que o meio ambiente apresenta um equilíbrio dinâmico entre as forças concorrentes dos meios físico, biótico e antrópico, as quais se organizam em um sistema de relações complexas e sensíveis às modificações de seus elementos constituintes. Portanto, o meio ambiente é composto ao mesmo tempo por um espaço e por um sistema de relações, que se desenvolvem nesse espaço, por meio de trocas de energia e matéria, e cujas alterações podem desencadear reações, modificando sua dinâmica.

Os principais aspectos do meio biótico devem ser tratados não só na interação com os processos do meio físico, tal como o significado da cobertura vegetal nos processos de movimento de massa (escorregamento e erosão), mas também de acordo com seu papel no ambiente construído e na melhoria da qualidade de vida de seus usuários. No meio antrópico, devem ser tratados mecanismos de controle da qualidade relativos ao desempenho do empreendimento e as relações humanas naquele espaço e circunvizinhança.

Alguns exemplos de alterações do processo ambiental, em decorrência de um empreendimento, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Exemplos de alterações ambientais decorrentes da implantação de empreendimento

Segmentos do Meio Ambiente	Alterações de Processos
Meio Físico	✓ Aceleração do processo erosivo; ✓ Ocorrência de escorregamentos (solo e rocha); ✓ Aumento de áreas inundáveis ou de alagamento; ✓ Contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas.
Meio Biótico	✓ Supressão da vegetação; ✓ Degradação da vegetação pelo efeito de borda; ✓ Danos e incômodos a fauna.
Meio Antrópico	✓ Aumento pela demanda dos serviços públicos (coleta de lixo, correio, etc.) e demais questões de infraestrutura; ✓ Aumento do consumo de água e energia; ✓ Aumento do tráfego.

De forma geral, os empreendimentos e sua infraestrutura (arruamento, drenagem, rede de água, gás, esgoto, telefonia, energia) devem ser projetados, construídos e mantidos de forma a minimizar as alterações no ambiente.

12.1 PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS

A implantação do empreendimento deve considerar os riscos de desconfinamento do solo, deslizamentos de taludes, enchentes, erosões, assoreamento de vales ou cursosd'água, lançamentos de esgoto a céu aberto, contaminação do solo ou da água por efluentes ou outras substâncias, além de outros riscos similares.

Independentemente dessas recomendações, devem ser obedecidas as exigências das ABNT NBR 8044 e ABNT NBR 11682, bem como da legislação vigente.

12.2 SELEÇÃO E CONSUMO DE MATERIAIS

Recomenda-se que os empreendimentos sejam construídos mediante exploração e consumo racionalizado de recursos naturais, objetivando a menor degradação ambiental, menor consumo de água, de energia e de matérias-primas. Na medida das possibilidades, devem ser privilegiados os materiais que causem menor impacto ambiental, desde as fases de exploração dos recursos naturais à sua utilização final.

Recomenda-se a utilização de madeiras cuja origem possa ser comprovada mediante apresentação de certificação legal ou provenientes de plano de manejo aprovado pelos órgãos ambientais (DOF – Documento de Origem Florestal).

Recomenda-se recorrer ao uso de espécies alternativas de madeiras que não estejam enquadradas como madeiras em extinção, sendo que as características destas espécies podem ser encontradas nas referências bibliográficas do Anexo A. O manual "Madeira: Uso Sustentável da Madeira na Construção Civil", organizado pelo IPT, que oferece espécies alternativas com propriedades semelhantes às das espécies tradicionais, e o "Cadmadeira", cadastro de fornecedores que trabalham com madeiras de origem legal disponibilizado para consulta no site da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, são referências que devem ser consultadas pelos profissionais da construção.

Durante a construção, deve-se implementar um sistema de gestão de resíduos no canteiro de obras (CONAMA Nº 307), de forma a minimizar sua geração e possibilitar a segregação de maneira adequada para facilitar o reuso, a reciclagem ou a disposição final em locais específicos.

Recomenda-se aos projetistas que avaliem junto aos fabricantes de materiais, componentes e equipamentos os resultados de inventários de ciclo de vida de seus produtos, de forma a subsidiar a tomada de decisão na avaliação do impacto que estes elementos provocam ao meio ambiente.

Considerando as limitações severas impostas pela legislação, as dificuldades de controle e rastreamento de processos na cadeia produtiva de componentes para a construção civil que contenham amianto, e ainda a classificação do amianto como resíduo perigoso, no final do seu ciclo de vida, de acordo com a resolução CONAMA 307, fica vetada a utilização de produtos que possuam amianto em qualquer proporção e de qualquer espécie em sua formulação, sob pena da corresponsabilidade prevista na Norma do Ministério do Trabalho.

12.3 CONSUMO DE ÁGUA E DEPOSIÇÃO DE ESGOTOS NO USO E OCUPAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

As águas servidas provenientes dos sistemas hidrossanitários devem ser encaminhadas às redes públicas de coleta e, na indisponibilidade destas, deve-se utilizar sistemas que evitem a contaminação do ambiente local.

NOTA: é recomendado para as instalações hidrossanitárias, privilegiar a adoção de soluções, caso a caso, que minimizem o consumo de água , reduzindo a demanda da água da rede pública de abastecimento e minimizando o volume de esgoto conduzido para tratamento. Tais soluções não devem impactar na redução da satisfação do usuário ou aumentar a probabilidade de ocorrência de doenças.

12.4 CONSUMO DE ENERGIA NO USO E OCUPAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

As instalações elétricas devem privilegiar a adoção de soluções, caso a caso, que minimizem o consumo de energia, entre elas a utilização de iluminação e ventilação natural e de sistemas de aquecimento baseados em energia alternativa.

Tais recomendações devem também ser aplicadas aos aparelhos e equipamentos utilizados durante a execução da obra e no uso do imóvel (guinchos, serras, gruas, aparelhos de iluminação, eletrodomésticos, dispositivos para aquecimento de água, entre outros).

Anexo A

Bibliografia recomendada

- Publicação IPT Nº 1791 – Fichas de características das madeiras Brasileiras, São Paulo, 1989;
- Publicação IPT Nº 1157 – Métodos de Ensaios e Análises em Preservação de Madeiras, São Paulo;
- Publicação IPT 2980 – Madeiras – Uso sustentável na construção civil;
- Decreto Nº 53.047, de 2 de junho de 2008 – CADMADEIRA;
- ASHRAE. 2001. ANSI/ASHRAE Standard 140-2001: Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy;
- Analysis Computer Programs. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. USA, Atlanta: 2001;
- International Organization for Standardization 1998. Ergonomics of The Thermal Environment – Instruments and methods for measuring physical quantities. (ISO 7726);
- Inspeção Predial do IBAPE/SP – 2007;
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 176, de 24/10/2000;
- Código de Defesa do Consumidor. Lei nº 8078, de 11/9/1990;
- Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002;
- Portaria n.º 18 , de 16 de janeiro de 2012 - Serviço Público Federal - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA-INMETRO.


IFBQ
FALCÃO
BAUER